

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
10. März 2005 (10.03.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/022960 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H05B 33/14, 33/22, 33/28**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP2004/008462**

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. Juli 2004 (28.07.2004)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:  
103 38 502.9 21. August 2003 (21.08.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SCHREINER GROUP GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Bruckmannring 22, 85764 Oberschleissheim (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HARTMANN, Manfred** [DE/DE]; Bergstrasse 12d, 85238 Ziegelberg/Petershausen (DE). **NARWARK, Oliver** [DE/DE]; Nymphenburger Strasse 90d, 80636 München (DE).

(74) Anwalt: **KEHL, Günther**; Friedrich-Herschel-Str. 9, 81679 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): **AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.**

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): **ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).**

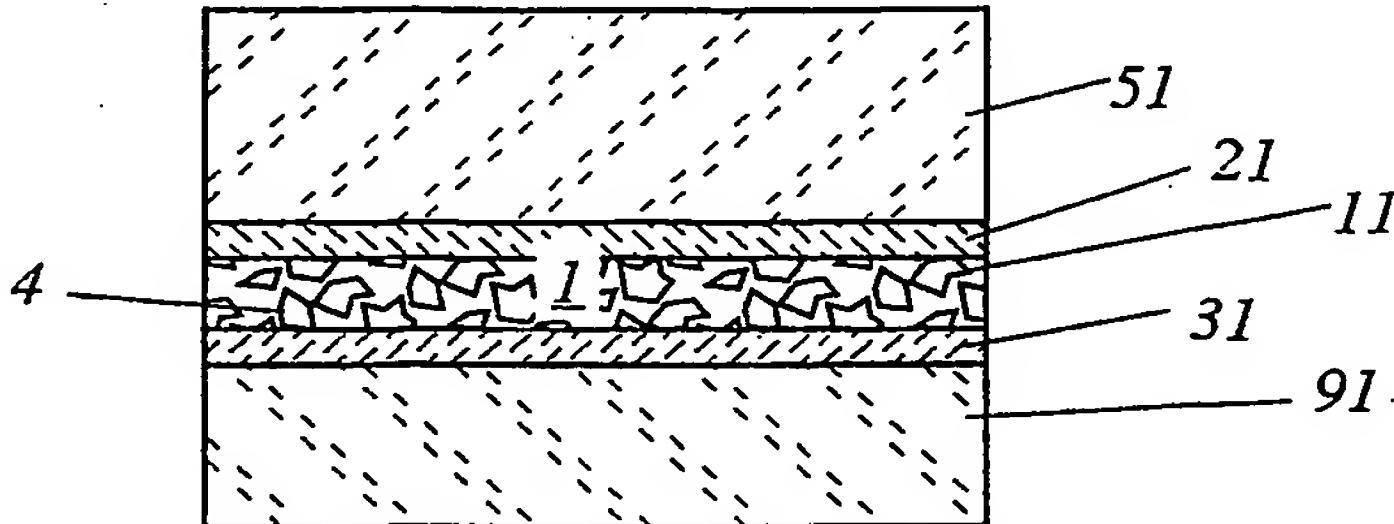
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: POLYCHROMATIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Bezeichnung: MEHRFARB-ELEKTROLUMINESZENZ-ELEMENT UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG



(57) Abstract: The invention relates to an electroluminescent film (1) providing a particularly advantageous compromise between the safe functioning and simplified production thereof. The inventive polychromatic electroluminescent element consists of three similar electroluminescent films (1, 2, 3) which contain dispersed electroluminophors and whose colours are not different from each other. The different colours are obtainable by an additional colour mixture by means of a separate electric excitation of each electroluminescent film (1, 2, 3). Each of said films (1) essentially comprises a support (51)

made of PET or other plastic material on which an electrode layer (21) is vapour-deposited or cathode-sputtered, a luminous layer (11) on which a rear transparent electrode (31) is placed by serigraphy and laminated by means of an insulating foil (91).

(57) Zusammenfassung: Als besonders günstiger Kompromiss aus sicherer Funktion und guter Herstellbarkeit hat sich der dargestellte Aufbau einer Elektrolumineszenzfolie (1) erwiesen. Drei gleichartige, sich nur durch ihre Leuchtfarbe unterscheidende, disperse Elktroluminophore enthaltende Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3) der dargestellten Art werden dabei miteinander zu einem erfindungsgemässen Mehrfarb Elektrolumineszenzelement kombiniert. Unterschiedliche Farben lassen sich dann durch additive Farbmischung mittels separater elektrischer Ansteuerung der einzelnen Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3) erzeugen. Jede einzelne Elektrolumineszenzfolie (1) besteht im wesentlichen aus einem Foliensubstrat (51) aus PET oder anderem Kunststoff, auf weiches die Elektrodenschicht (21) aufgedampft oder aufgesputtert ist, einer Leuchtschicht (11) und einer durch Siebdruck darauf aufgebrachten transparenten Rückelektrode (31), welche mittels der isolierenden Folie (91) einlaminiert ist.

WO 2005/022960 A1



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

MEHRFARB-ELEKTROLUMINESZENZ-ELEMENT  
UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element und ein Verfahren zu dessen Herstellung.

Die Elektrolumineszenztechnologie hat in jüngster Zeit zunehmend an Bedeutung gewonnen. Sie ermöglicht die Realisierung beinahe beliebig großer, blend- und 10 schattenfreier, homogener Leuchtflächen. Dabei sind Leistungsaufnahme und Bautiefe (in der Größenordnung eines Millimeters und darunter) äußerst gering. Zu den typischen Anwendung gehört neben der Hintergrundbeleuchtung von Flüssigkristall-Displays die Hinterleuchtung von transparenten Filmen, welche mit Beschriftungen und/oder Bildmotiven versehen sind.

15 Unter Elektrolumineszenz (kurz: EL) versteht man die direkte Lumineszenzanregung von Leuchtpigmenten bzw. Luminophoren durch ein elektrisches Wechselfeld. Weitgehend durchgesetzt haben sich Elektrolumineszenz-Elemente (kurz: EL-Elemente) auf Basis der sogenannten Dickschichttechnologie mit anorganischen 20 Leuchtpigmenten bzw. Luminophoren und Wechselspannungsanregung. Gegenüber Dünnfilm-EL-Elementen sind Dünnschicht-EL-Elemente weniger aufwendig und somit kostengünstiger in der Herstellung.

Die Leuchtpigmente bzw. Luminophore sind in ein transparentes, organisches oder 25 keramischen Bindemittel eingebettet. Ausgangsstoffe sind meist Zinksulfide, welche in Abhängigkeit von Dotierung bzw. Co-Dotierung und Präparationsvorgang

unterschiedliche, relativ schmalbandige Emissionsspektren erzeugen. Der Schwerpunkt des Spektrums bestimmt die jeweilige Farbe des emittierten Lichtes.

Das anregende Wechselspannungsfeld besitzt in der Regel eine Frequenz von einigen 5 hundert Hertz, wobei der Effektivwert der Betriebsspannung häufig in einem Bereich von etwa 50 bis 150 Volt liegt. Durch Erhöhung der Spannung lässt sich in aller Regel eine höhere Leuchtdichte erzielen, welche üblicherweise in einem Bereich von ungefähr 50 bis etwa 200 Candela pro Quadratmeter liegt. Eine Frequenzerhöhung bewirkt in der Regel eine Farbverschiebung hin zu niedrigeren Wellenlängen. Beide 10 Parameter müssen jedoch aufeinander abgestimmt werden, um einen gewünschten Leuchteindruck zu erzielen.

Grundsätzlich bieten sich bei der Herstellung von Dickfilm-EL-Elementen mit Wechselspannungsanregung vor allem zwei Arten von Elektroden an. Zum einen sind 15 dies im Vakuum auf Kunststofffolien gesputterte oder aufgedampfte Indium-Zinn-Oxid-Elektroden (Indium-Tin-Oxide, ITO). Sie sind sehr dünn (einige 100 Å) und bieten den Vorteil einer hohen Transparenz bei einem relativ geringen Flächenwiderstand (ca. 60 bis 600 Ohm). Allerdings sind sie nicht auf strukturierte Oberflächen mit Stufen 20 applizierbar, wenig verformbar und nicht auf im Vakuum leicht ausgasende Substrate applizierbar. Zum anderen können Druckpasten mit ITO oder ATO (Antimon-Tin-Oxide, 25 Antimon-Zinn-Oxid) oder intrinsisch leitfähige transparente Polymerpasten verwendet werden. Bei einer Dicke von ca. 5 bis 20 µm bieten derartige Elektroden nur geringere Transparenz bei hohem Flächenwiderstand (bis 50 kOhm). Sie sind jedoch weitgehend beliebig strukturiert applizierbar, und zwar auch auf strukturierten Oberflächen. Ferner bieten sie eine relativ gute Laminierbarkeit sowie 25 eingeschränkte Verformbarkeit.

Die Lebensdauer eines EL-Elements ist begrenzt. Sie hängt vor allem von Höhe und Frequenz der angelegten Wechselspannung ab, darüberhinaus jedoch auch von 30 Umwelteinflüssen insbesondere Einwirkung von Feuchtigkeit und UV-Strahlung. Angegeben wird die Lebensdauer eines EL-Elements üblicherweise als Halbwertszeit der Leuchtpigmente. Das ist die Zeit, nach welcher die Leuchtdichte unter Einfluß des elektrischen Feldes bei unveränderten Betriebsbedingungen um die Hälfte des Anfangswertes abgenommen hat. In der Praxis geht die Leuchtdichte innerhalb etwa

2000 bis 3000 Betriebsstunden auf die Hälfte des ursprünglichen Werts zurück.

Die Emissionfarbe eines EL-Elements kann durch eine Vielzahl möglicher Maßnahmen an den gewünschten Farbeindruck angepasst werden. Hierzu gehören die Dotierung und 5 Co-Dotierung der Leucht-Pigmente, die Mischung von zwei oder mehreren EL-Pigmenten, der Zusatz von einem oder mehreren organischen und/oder anorganischen farbkonvertierenden und/oder farbfilternden Pigmenten, die Beschichtung des EL-Pigments mit organischen und/oder anorganischen farbkonvertierenden und/oder farbfilternden Substanzen, die Beimengung von Farbstoffen in die Polymermatrix, in 10 welcher die Leuchtpigmente dispergiert sind, sowie der Einbau einer farbkonvertierenden und/oder farbfilternden Schicht bzw. Folie in den Aufbau des EL-Elements.

Luminophore, welche ein reines Weiß emittieren, sind bisher nicht erhältlich. Aus 15 diesem Grunde werden weißlich leuchtende EL-Elemente häufig mit Hilfe einer Mischung aus mindestens zwei Leuchtpigmenten hergestellt, deren Emissionen in ihrer Addition (annähernd) Weiß ergeben. Um reines Weiß zu erhalten ist üblicherweise die Verwendung eines organischen Leitlacks mit leichter Blaufärbung erforderlich. Allerdings verursacht die unterschiedliche Alterung der beiden Leuchtpigmente im 20 Verlauf der Lebensdauer eine Veränderung des Farbeindrucks, der oft sehr störend oder unakzeptabel für die geplante Anwendung ist. Ferner existieren annähernd weißleuchtende Luminophore, welche jedoch toxische Zinkselenide enthalten und daher nur ungern Anwendung finden.

25 Häufig besteht das Bedürfnis nach EL-Elementen, welche mehrfarbig, d.h. in Abhängigkeit einer externen Steuerung wechselweise in unterschiedlichen Farben leuchten können. Entsprechende EL-Elemente werden als Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elemente bezeichnet.

30 Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elemente sind unter anderem aus EP-A-1045618 bekannt. Darin wird eine vielfarbige EL-Lampe beschrieben, bei welcher sich durch additive Farbmischung unterschiedliche Farben ergeben, indem mindestens zwei übereinander liegende, Leuchtpigmente enthaltende Elektrolumineszenz-Schichten mittels mindestens drei Elektrodenschichten entsprechend angesteuert werden. Die

erste Elektrode wird hierfür mittels Aufdampfen von ITO auf ein PET-Substrat erzeugt, wohingegen alle weiteren Schichten, also auch alle weiteren Elektroden, mittels Siebdruck hergestellt werden.

5 Auch in EP-A-0998171 wird ein mehrlagiges EL-Element mit unterschiedlichen Mustern und vielen lumineszenten Farben beschrieben. Auch hier wird die erste transparente Elektrode mittels Aufdampfen oder Sputtern auf eine PET-Folie hergestellt. Alle weiteren Elektroden werden mittels Druck von optisch transparenten Pasten hergestellt.

10 Aus EP-A-0973358 ist ein Mehrfarb-EL-Element bekannt, das mehrere lichtdurchlässige Elektrodenschichten und mehrere lumineszierende Schichten mit unterschiedlichen Farben aufweist. Auch gemäß dieser Druckschrift wird ein drucktechnischer Mehrlagenaufbau realisiert.

15 Der Aufbau mit mehreren mittels Siebdruck hergestellten lumineszierenden Schichten, welchen alle aufgeführten bekannten Mehrfarb-EL-Elemente prinzipiell gemeinsam haben, ist mit einigen Problemen verbunden. Bei industriell üblichen und verfügbaren Elektroluminophoren muß üblicherweise mit Partikeldurchmessern von größer 20 20 Mikrometern, typischerweise zwischen 20 und 35 Mikrometern und einer breiten Partikelgrößenverteilung gerechnet werden. Daher sind Leuchtschichtdicken von 40 bis 60  $\mu\text{m}$  üblich. Wenn nun derartige grobkörnige Pigmente in Siebdruckfarben dispergiert und mehrschichtig auf ein Trägersubstrat appliziert werden, dann ist verständlich, daß bei üblichen Füllgraden von 65 bis 75 Gewichtsprozent eine sehr 25 unebene Oberfläche entsteht. Die Unebenheit wird zum einen durch die Streubreite der Partikelabmessungen bewirkt und zum anderen durch das Verdunsten von Lösemittel während des Trocknungsvorgangs. Zwar kann beispielsweise durch Verwendung von UV-härtbaren polymeren Bindemitteln und/oder durch Verwendung von feinkörnigen Leuchtpigmenten und/oder Leuchtpigmenten mit enger Partikelgrößenverteilung die 30 Unebenheit der Oberfläche jeder einzelnen Schicht reduziert werden. Bei mit nur einer Leuchtschicht versehenen und somit einfarbig emittierenden EL-Elementen sind diese Probleme somit beherrschbar. Bei Mehrlagenaufbauten addieren sich jedoch die Unebenheiten der einzelnen Schichten statistisch, so daß einen homogenen Leuchteindruck vermittelnde Mehrfarb-EL-Elemente in der Praxis nicht oder nur mit

erheblichem Ausschuß auf die beschriebene Weise herstellbar sind.

Ferner könnte zwar auch ein zusätzlicher einebnender Druckvorgang und/oder ein  
einebnender Laminievorgang vorgenommen werden. Bei herkömmlichen EL-  
5 Elementen überwiegen die Nachteile derartiger Prozeßschritte jedoch deren Vorteile,  
da jede zusätzliche Schicht das eingeprägte elektrische Wechselfeld reduziert, und bei  
einem Laminievorgang hervorstehende Pigmentpartikeln zwar in die darunter  
liegende polymere Schicht drücken können, jedoch ebenso gut die dielektrische  
Isolation durchstoßen und somit die Funktion des jeweiligen EL-Elementes sehr  
10 nachteilig beeinflussen können.

Zusätzlich zu diesen Problemen der Unebenheit kommt noch die Notwendigkeit, die  
einzelnen flächigen Elektroden zu üblicherweise seitlich angeordneten Anschlußflächen  
zu führen. Dies führt dazu, daß bei einem durch Siebdruck erzeugten mehrschichtigen  
15 Aufbau auf einem Substrat Schichthöhen bis über 100 µm überwunden werden müssen,  
was mit ITO- oder ATO-Siebdruckpasten durch Einfachdrucke nicht gelöst werden kann  
und durch Verwendung von sogenannten Bus-Bar Druckgebilden mittels Silberpasten  
zu einer weiteren Erhöhung der Unebenheit der Oberfläche führt. Denn bereits bei  
einer einzigen Leuchtschicht der oben genannten typischen Dicke müssen  
20 Isolationsschichten beziehungsweise Dielektrikumsschichten sehr sorgfältig über die  
Schichtkanten geführt werden, um dann auch eine Rückelektrode mit guten elektrisch  
leitenden Eigenschaften über eine derartige Schichtkante führen zu können.

Somit ist die gesamte Herstellung herkömmlicher Mehrfarb-EL-Elemente,  
25 insbesondere jedoch die Herstellung der elektrischen Beschaltung beziehungsweise der  
Anschlüsse diverser Felder bei segmentartig aufgebauten Leuchtschichten äußerst  
schwierig zu beherrschen und sehr fehleranfällig.

Angesichts der geschilderten Problematik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung,  
30 ein Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element zu schaffen, das in Abhängigkeit der elek-  
trischen Ansteuerung unterschiedliche Leuchtfarben annehmen kann und dennoch mit  
vertretbarem Aufwand in hoher Qualität herstellbar ist. Hiermit verbunden ist die  
Aufgabe, ein geeignetes Herstellungsverfahren für Mehrfarb-EL-Elemente  
bereitzustellen, welches hohe Produktqualität bei geringem Ausschuß ermöglicht.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe durch eine Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Entgegen dem Stand der Technik, wonach Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elemente als mehrschichtiger Siebdruckaufbau auf einer Folie ausgeführt sind, ist das erfindungsgemäße Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element aus mindestens zwei Elektrolumineszenzfolien mit jeweils einer Leuchtschicht aufgebaut. Unter einer Elektrolumineszenzfolie ist dabei ein zusammenhängender Folienkörper mit einer gewissen Formstabilität zu verstehen, welche daher röhrt, daß die Leuchtschicht der Elektrolumineszenzfolie auf ein stabiles Foliensubstrat (als Träger) aufgebracht ist und/oder selbst aus einer vorzugsweise gegossenen Folie besteht, in deren Matrix die dispergierten Luminophoren eingelagert sind. Dies hat den entscheidenden Vorteil, daß bei der Herstellung jede Elektrolumineszenzfolie separat mit der bzw. den benötigten Elektrodenschicht bzw. -schichten versehen werden kann, und nicht der Gesamtaufbau sequentiell gewissermaßen "von unten nach oben" entstehen muß. Die oben geschilderten Probleme mit der Verschaltung der Elektroden entfallen so weitestgehend. Insbesondere können die Anschlüsse der Elektroden auf den einzelnen Elektrolumineszenzfolien separat gemäß beherrschbaren, für herkömmliche einfarbige Elektrolumineszenz-Elemente üblichen Techniken gestaltet sein.

Die Erzeugung unterschiedlicher Farben entsteht durch additive Farbmischung, indem jede, jeweils in einer unterschiedlichen Farbe emittierende, Leuchtschicht durch jeweils ein separat gesteuertes elektrisches Wechselfeld unterschiedlich angeregt wird. Bei drei Elektrolumineszenzfolien in den Farben Rot, Grün und Blau läßt sich so das gesamte Farbspektrum einschließlich Weiß bei entsprechender Ansteuerung darstellen.

Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind gemäß den Patentansprüchen 2-22 gestaltet.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Herstellung eines Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elements gemäß Patentanspruch 23 gelöst. Entgegen dem Stand der Technik werden dabei nicht alle einzelnen Schichten des EL-Elements sequentiell, gewissermaßen "von unten nach oben", drucktechnisch übereinander aufgebracht, sondern mindestens zwei

vorgefertigte Elektrolumineszenzfolien, beispielsweise durch Laminieren, zusammengesetzt. Die oben geschilderten Probleme mit der Verschaltung der Elektroden entfallen so weitestgehend. Insbesondere können die Anschlüsse der Elektroden auf den einzelnen Elektrolumineszenzfolien vor dem Zusammenfügen 5 separat gemäß beherrschbaren, für herkömmliche einfarbige Elektrolumineszenz-Elemente üblichen Techniken hergestellt werden.

Bevorzugte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind gemäß den Patentansprüchen 24–26 ausgestaltet.

10

Anhand der zugehörigen Zeichnungen werden Beispiele bevorzugter Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung näher erläutert. Die Zeichnungen sind dabei rein schematische und nicht maßstäbliche Schnittdarstellungen, insbesondere sind Schichtdicken aus Anschaulichkeitsgründen stark vergrößert. Der Bereich der 15 Elektrodenanschlüsse ist jeweils nicht dargestellt.

Fig. 1a bis 1k zeigen verschiedene prinzipielle Anordnungsvarianten im Schichtaufbau erfindungsgemäßer Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elemente, jeweils einmal vor Zusammenfügen der Elektrolumineszenzfolien und danach. 20 Eventuell zusätzlich im Aufbau enthaltene Isolier- oder Haftvermittlerschichten sind nicht dargestellt.

Fig. 2 zeigt exemplarisch ein aus drei Elektrolumineszenzfolien zusammengesetztes Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element, jeweils vor Zusammenfügen der Elektrolumineszenzfolien und danach, wobei 25 jede Elektrolumineszenzfolie ein stabiles Foliensubstrat aufweist.

Fig. 3 zeigt exemplarisch ein aus drei Elektrolumineszenzfolien zusammengesetztes Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element, jeweils vor Zusammenfügen der Elektrolumineszenzfolien und danach. Dabei ist der Aufbau 30 ähnlich ausgeführt wie in Fig. 2, die mittlere Elektrolumineszenzfolie weist jedoch kein Foliensubstrat auf, sondern deren Folieneigenschaft röhrt von der gegossenen Matrix der Leuchtschicht her.

Fig.4 zeigt den Aufbau einer Elektrolumineszenzfolie eines besonders bevorzugten erfindungsgemäßen Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elements. Drei (ggf. auch zwei) gleichartige, sich nur durch ihre Leuchtfarbe unterscheidende Elektrolumineszenzfolien der dargestellten Art werden dabei miteinander kombiniert.

In den Figuren 1a bis 1k sind exemplarisch verschiedene grundsätzlich mögliche Anordnungsvarianten des Schichtaufbaus erfindungsgemäßer Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elemente dargestellt. Dabei zeigt die jeweils linke Teildarstellung 10 die Elektrolumineszenzfolien 1, 2, 3 vor dem Zusammenfügen, und die rechte Teildarstellung den Schichtaufbau des danach entstandenen Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elements. Zusätzlich können weitere Schichten, insbesondere Dielektrikums- bzw. Isolier- oder Haftvermittlerschichten im jeweiligen Aufbau enthalten sein, welche der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt sind. Die 15 Haftvermittlerschichten dienen zur Verbindung der Elektrolumineszenzfolien miteinander. Auch (nicht dargestellte) farbfilternde oder farbumwandelnde Schichten sowie Aufdrucke können enthalten sein, um einen gewünschten Farbeindruck zu erzeugen. Diese können auch nur teilflächig vorgesehen sein um gewisse grafische Gestaltungen zu erzielen.

20 Jede Elektrolumineszenzfolie 1, 2, 3 weist eine Leuchtschicht 11, 12, 13 mit dispersen Elektroluminophoren 4 auf, wobei es sich bevorzugt um gegossene Folien handelt, in deren Folienmatrix 6 die Elektroluminophoren 4 eingelagert sind. Möglich sind auch extrudierte Folien, diese sind jedoch aufgrund einer oft ungünstigeren 25 Verteilung der Elektroluminophoren weniger vorteilhaft. Insbesondere die Darstellung der Elektroluminophore 4 ist rein schematisch aufzufassen. In der Praxis bemüht man sich um möglichst der Kugelform angenäherte Partikeln. Elektroluminophore sind in der Regel empfindlich gegen Feuchtigkeitseinwirkung. Darum werden in den Schichtaufbau herkömmlicher Elektrolumineszenzelemente meist zusätzliche 30 Schichten integriert, welche die Funktion einer Feuchtigkeitssperre bzw. Dampfsperre übernehmen. Auch in den Aufbau erfindungsgemäßer Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elements können entsprechende Schichten integriert werden. Diese können jedoch insbesondere dann weitgehend entfallen, wenn mikroverkapselte Elektroluminophore 4 verwendet werden. Die Mikroverkapselung ist üblicherweise oxidisch oder nitridisch,

allerdings ist auch eine organische Mikroverkapselung oder eine diamantartige Carbonverkapselung ("diamond-like carbon") denkbar.

Einen besonders einfachen Aufbau eines erfindungsgemäßen Mehrfarb-  
5 Elektrolumineszenz-Elements zeigt Fig. 1a. Die erste Elektrolumineszenzfolie 1 weist  
eine (je nach Anwendungsfall weitgehende transparente oder reflektierend opake)  
Elektrodenschicht 21 und eine weitgehend transparente Rückelektrodenschicht 31 auf.  
Zusammen mit der dazwischen angeordneten ersten Leuchtschicht 11 bilden diese einen  
10 ersten Elektrolumineszenzkondensator. Die zur zweiten Elektrolumineszenzfolie  
gehörende zweite Leuchtschicht 12 ist mit nur einer weitgehend transparenten  
Elektrodenschicht 22 versehen. Im fertig zusammengebauten Mehrfarb-  
Elektrolumineszenz-Element bilden die Elektrodenschicht 22 und die zweite  
Leuchtschicht 12 zusammen mit der Rückelektrodenschicht 31 der ersten  
15 Elektrolumineszenzfolie 1 einen zweiten Elektrolumineszenzkondensator. Dadurch, daß  
die Elektroluminophoren 4 der ersten Leuchtschicht 11 und zweiten Leuchtschicht 12  
in jeweils einer unterschiedlichen Farbe leuchten, lassen sich durch additive  
Farbmischung unterschiedliche Leuchtfarben des Mehrfarb-Elektrolumineszenz-  
Elements erzielen, indem die elektrischen Wechselfelder zwischen den beiden  
20 Elektrolumineszenzkondensatoren unterschiedlich eingestellt werden. Selbstredend ist  
dies nur dann möglich, wenn zumindest die zweite Leuchtschicht 12 weitgehend  
transparent ist. Bei geeignet ausgewählten Elektroluminophoren 4, beispielsweise  
blauen Elektroluminophoren 4 in der ersten Leuchtschicht 11 und orangefarbenen  
Elektroluminophoren 4 in der zweiten Leuchtschicht 12 und geeigneter elektrischer  
Ansteuerung kann so auch weißes Leuchten bewirkt werden.

25

Das in Fig. 1b dargestellte Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element ist weitgehend wie  
das Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element in Fig. 1a aufgebaut. Allerdings weist hier  
zur Erzielung einer besseren Steuerbarkeit auch die zweite Leuchtschicht 12 eine  
eigene Rückelektrodenschicht 32 auf. Rückelektrodenschicht 32 und Elektrodenschicht  
30 22 können dabei auch vertauscht sein. Der in Fig. 1b dargestellte Aufbau macht es  
erforderlich, an der Verbindungsfläche zwischen erster Elektrolumineszenzfolie 1 und  
zweiter Elektrolumineszenzfolie 2 eine isolierende Schicht 42 vorzusehen, um  
Kurzschlüsse zu vermeiden.

In Fig. 1c und 1d ist jeweils ein Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element mit drei Elektrolumineszenzfolien 1, 2, 3 dargestellt. Jede der Leuchtschichten 11, 12, 13 emittiert aufgrund unterschiedlicher Elektroluminophoren 4 mit einer unterschiedlichen Farbe, so daß die mittels additiver Farbmischung erzielbare Farbenvielfalt noch größer ist. Bei der Verwendung roter, blauer und grüner (RGB) Elektroluminophoren 4 ist prinzipiell die Darstellung des gesamten Farbspektrums möglich. Rote Elektroluminophore werden jedoch üblicherweise nicht eingesetzt, da sie Cadmium enthalten, welches toxisch ist. Eine rote Leuchtfarbe lässt sich jedoch auch mittel farbkonvertierenden oder farbfilternden Substanzen erreichen. Die für einen "dreifarbig"en Aufbau mindestens erforderlichen vier Elektroden können vor dem Zusammenfügen unterschiedlich verteilt sein. Neben Elektrodenschicht 21 und Rückelektrodenschicht 31 auf der ersten Elektrolumineszenzfolie 1 kann auch auf der zweiten Elektrolumineszenzfolie 2 je eine Elektrodenschicht 22 und Rückelektrodenschicht 32 angeordnet sein, wie in Fig. 1c dargestellt, während für die dritte, mittlere Elektrolumineszenzfolie 3 nicht unbedingt eine eigene Elektrodenschicht benötigt wird. Oder aber die zweite Elektrolumineszenzfolie 2 weist keine Rückelektrodenschicht 32 auf, dafür ist die dritte Elektrolumineszenzfolie 3 mit einer eigenen Elektrodenschicht 23 versehen.

Der in Fig. 1e bzw. Fig. 1f dargestellte Aufbau entspricht im wesentlichen dem in Fig. 1a gezeigten Aufbau. Hier weist allerdings die erste Elektrolumineszenzfolie 1 (Fig. 1e) oder die zweite Elektrolumineszenzfolie 2 (Fig. 1f) ein stabiles Foliensubstrat 51, 52 auf. Die entsprechende Elektrodenschicht 21, 22, vorzugsweise aus ITO (Indium-Zinn-Oxid), kann dann auf das Foliensubstrat 51, 52 beispielsweise vakuumtechnisch aufgesputtert oder aufgedampft sein. Das transparente oder zumindest teiltransparente Foliensubstrat 51, 52 besteht aus einer polymeren oder copolymeren Folie, beispielsweise aus Polycarbonat (PC) oder Polyalkylenterephthalaten oder Polyamid (PA) oder Polyacrylat oder Polymethacrylat oder Polymethylmethacrylat (PMMA) oder Polyurethan (PUR) oder Polyoxytmethylen (POM) oder ABS-Polymerisaten oder Polyolefinen, wie Polyethylen (PE) oder Polypropylen (PP), oder Polystyrol (PS) oder Polyvinylchlorid (PVC) oder Polyimid (PI) oder Polyetherimiden (PEI) oder Polyether oder Polyetherketone (PEK) oder Polyvinylfluorid (PVF) oder Polyvinylidenfluorid (PVdF) oder dergleichen Folien, die im optisch sichtbaren Wellenlängenbereich hohe Transparenz aufweisen. Besonders

geeignet sind Folien aus Polyethylenterephthalat (PET). Da das Foliensubstrat 51, 52 als stabilisierender Träger fungiert, benötigt die entsprechende Leuchtschicht 11, 12 nicht mehr unbedingt besondere Eigenstabilität, so daß die Leuchtschicht 11, 12 nicht nur als (gegossene) Folie, sondern stattdessen auch als Siebdruckschicht oder 5 dergleichen ausgeführt sein kann.

Fig. 1g und Fig. 1h zeigen einen Fig. 1c bzw. Fig. 1d entsprechenden Aufbau, wobei die erste Elektrolumineszenzfolie 1 ein Foliensubstrat 51 der oben beschriebenen Art aufweist.

10

Der Aufbau des in Fig. 1i dargestellten Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elements entspricht weitgehend dem in Fig. 1b dargestellten Aufbau, wobei beide Elektrolumineszenzfolien 1, 2 ein Foliensubstrat 51, 52 der oben beschriebenen Art aufweisen. So lassen sich zwei fast identische, sich nur durch die Farbe ihrer 15 Elektroluminophoren 4 unterscheidende Elektrolumineszenzfolien 1, 2 verwenden. Durch Hinzunahme einer dritten, sich nur durch ihre Leuchtfarbe unterscheidenden Elektrolumineszenzfolie (nicht dargestellt) ist auch eine RGB-Anordnung zur Darstellung des gesamten Farbspektrums möglich.

20 Fig. 1j und Fig. 1k zeigen einen Fig. 1g bzw. Fig. 1h entsprechenden Aufbau, wobei neben der ersten Elektrolumineszenzfolie 1 auch die zweite Elektrolumineszenzfolie 2 ein Foliensubstrat 52 der oben beschriebenen Art aufweist.

Neben den in Fig. 1a bis Fig. 1k dargestellten Varianten sind auch hieraus gebildete 25 "Mischformen" und weitere erfindungsgemäße Anordnungen möglich.

Die (Rück-)Elektrodenschichten 21, 22, 23, 31, 32, 33 werden in der Regel über den gesamten Rand der Elektrodenfläche mittels ringförmig um die Elektrodenfläche herumgeführte Leiter kontaktiert. Dies hat den Vorteil, daß sich trotz des nicht 30 unbedeutlichen Flächenwiderstandes der dünnen Elektrodenschichten 21, 22, 23, 31, 32, 33 keine allzugroßen Potentialunterschiede über die Fläche ausbilden, und daher die homogene Leuchtwirkung unterstützt wird. Ferner können einzelne Elektrolumineszenzfolien 1, 2, 3, ferner aber auch das gesamte Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element segmentartig aufgeteilt sein, wobei einzelne Segmente

jeweils separat elektrisch kontaktiert sind und auch separat angesteuert werden können, um als Segmentanzeige zur Darstellung unterschiedlicher Muster bzw. Grafiken oder aber auch Schriftzeichen einsetzbar zu sein.

5 Eine etwas detailliertere Darstellung eines "dreifarbig" (RGB) emittierenden Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elements ist in Fig. 2 abgebildet. Auch hier zeigt die linke Teildarstellung die Elektrolumineszenzfolien 1, 2, 3 vor dem Zusammenfügen, und die rechte Teildarstellung den Schichtaufbau des danach entstandenen Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elements.

10 Auf der ersten, untersten Elektrolumineszenzfolie 1 ist eine Haftklebstoffschicht 7 zur vereinfachten Anbringung auf einer Unterlage vorgesehen. Ansonsten sind die einzelnen Elektrolumineszenzfolien 1, 2, 3 weitestgehend gleich und im wesentlichen der Figur 1i entsprechend aufgebaut (lediglich die Leuchtschichten 11, 12, 13 emittieren 15 selbstredend in jeweils einer anderen Farbe, zweckmäßigerweise Rot, Blau und Grün):

Eine als Foliensubstrat 51, 52, 53 dienende Polyesterfolie 51, 52, 53, beispielsweise von einer Dicke zwischen 100 µm und 250 µm, vorzugsweise zwischen 125 µm und 175 µm, ist mit einer als Elektrodenschicht 21, 22, 23 dienenden elektrisch 20 leitfähigen und weitgehend transparenten Beschichtung in Form einer Indium-Zinn-Oxid (ITO) Beschichtung 21, 22, 23 versehen. Diese Elektrodenschicht 21, 22, 23 kann konventionell mittels Schneid-Ritz-Plotter oder mittels Ätzen oder durch Lasereinwirkung gemäß der gewünschten Ausbildung mehrerer Segmente und der entsprechenden Anschlußverdrahtung strukturiert sein oder kann ganzflächig 25 verwendet werden. Möglich ist ferner, die Elektrodenschicht 21, 22, 23 bei der fertigen oder halbfertigen Elektrolumineszenzfolie 1, 2, 3 oder gar dem fertigen oder halbfertigen Mehrfarb-Elektrolumineszenzelement mittels Laserstrahl sozusagen innenliegend teilweise zu ablatieren und somit zu strukturieren beziehungsweise konturieren.

30 Ferner können sogenannte Bus-bars, also besser leitfähige Verdrahtungselemente (nicht dargestellt) mittels beispielsweise Siebdruck und/oder Verwendung von Silberleitpasten und/oder Kupferleitpasten und/oder Carbonleitpasten hergestellt werden.

Bei der Herstellung wird die jeweilige Leuchtschicht 11, 12, 13 bevorzugt mittels Siebdruck in Form von in einer transparenten Polymermatrix 6 dispergierten Elektroluminophoren 4 bzw. EL-Pigmenten 4 in der gewünschten grafischen Ausbildung hergestellt. Je nach gewünschter Emissionsfarbe werden geeignete EL-  
5 Pigmente 4 oder EL-Pigment-Mischungen 4 verwendet und/oder es werden geeignete farbkonvertierende und/oder farbfilternde Substanzen dem Bindemittel der Matrix 6 beigegeben. Grundsätzlich können derartige farbkonvertierende und/oder farbfilternde Effekte auch dadurch bewirkt werden, daß mittels eines weiteren Druckes auf die Oberseite des Substrates 51, 52, 53 eine entsprechende Schicht 61, 62, 63  
10 aufgetragen und/oder eine entsprechende Folie laminiert wird.

Es kann zweckmäßig sein, auf die Leuchtschicht 11, 12, 13 eine Dielektrikumsschicht 41, 42, 43 aufzubringen. Im Falle der Verwendung eines Siebdruckprozesses wird vorteilhafterweise eine zweite Dielektrikumsschicht 81, 82, 83 aufgebracht, wodurch  
15 kleine Fehlstellen und/oder Mikrolufteinschlüsse überdeckt werden und die Isolationseigenschaft verbessert wird.

Im Gegensatz zu üblichen EL-Folienaufbauten werden erfindungsgemäß vorzugsweise transparente polymere Dielektrikumsschichten 41, 42, 43, 81, 82, 83 verwendet,  
20 wobei auf eine möglichst geringe Schichtdicke geachtet werden muß, da üblicherweise keine die relative Dielektrizitätskonstante erhöhende Beimengungen hinzugefügt werden können, da derartige, beispielsweise aus feinen Bariumtitanat-Pigmenten bestehende, Beimengungen die Transparenz sehr stark beeinflussen würden und üblicherweise eine unerwünscht Opazität mit starker Reflektion bewirken würden.

25 Vorzugsweise wird die (weitgehend) transparente Rückelektrode 31, 32, 33 mittels Siebdruck in Form einer intrinsisch leitfähiger Polymerschicht und/oder einer Schicht mit Metalloxiden, beispielsweise Indium-Zinn-Oxiden (ITO) oder Antimon-Zinn-Oxiden (ATO) hergestellt. Durch Applikation mittels Siebdruck kann die Rück-  
30 elektrode 31, 32, 33 in grafischer und funktioneller Hinsicht weitgehend frei gestaltet werden. Da übliche elektrisch leitfähige Siebdruckpasten keine gute Flächenleitfähigkeit aufweisen, werden speziell bei größeren Flächen mittels gut elektrisch leitfähiger Pasten sogenannte Bus-bars (nicht dargestellt) berandend beziehungsweise umrandend gedruckt. Diese Bus-bars können ferner für die Herausführung der

elektrischen Anschlüsse verwendet werden.

Grundsätzlich kann jedoch die Rückelektrode 31, 32, 33 auch vollflächig mittels Rakeln, Rollenbeschichtung, Vorhanggießen, Sprühen und dergleichen Verfahren 5 hergestellt werden.

Als letzter Einzelschritt in der Herstellung der einzelnen Elektrolumineszenzfolien 1, 2, 3 können sogenannte Haftvermittlerschichten 72, 73 aufgebracht werden, die den Verbund der einzelnen Elektrolumineszenzfolien 1, 2, 3 bewirken und/oder 10 verbessern. Unter einer Haftvermittlerschicht 71, 72, 73 wird in erster Linie eine transparente polymere Verbindungsschicht verstanden. Diese kann im Kaltklebeverfahren nach Abziehen einer Schutzfolie und der Applikation mittels Druck eine Verbindung bewirken. Es können jedoch auch Heißklebebeschichtungen verwendet werden, die unter Temperatur und Druck einen Haftverbund bewirken. Da ein optisch 15 möglichst transparenter Verbund gefordert wird, muß die Haftvermittlerschicht 71, 72, 73 transparent sein und der Verbund lufteinschlußfrei gestaltet werden. Ferner sollen durch die Haftvermittlerschicht 72, 73 auch Unebenheiten der vorangegangenen Schichten ausgeglichen werden.

20 Generell kann die Verbindung der Elektrolumineszenzfolien 1, 2, 3 mittels Kaltlamination und/oder Heißlamination flächig oder elementweise erfolgen. Wahlweise kann die Verbindung auch nur punktuell oder streifenförmig erfolgen, da gegebenenfalls beim Einbau in einer entsprechenden Applikation die drei 25 Elektrolumineszenzfolien 1, 2, 3 ohnedies zusammenfixiert werden.

Ist beidseitige Lichtemission erwünscht, müssen die Dielektrikumschichten 41, 81 und die Rückelektrode 31 der untersten Elektrolumineszenzfolie weitgehend transparent ausgeführt werden, während für einseitige Lichtemission nach oben eine oder mehrere der genannten Lagen bevorzugt opak beziehungsweise reflektierend 30 ausgebildet werden, und die Rückelektrode 31 zusätzlich diverse Verdrahtungsfunktionen übernehmen kann.

Erfindungsgemäß wurde die Anordnung Blau-Rot-Grün, wobei Grün an der Lichtaustrittsseite angeordnet ist, als sehr effizient für die Generierung einer

möglichst großen Farbvielfalt und insbesondere zur Erzeugung der Farbe Weiß ermittelt. Es können je nach Verwendung der EL-Pigmente 4 beziehungsweise der Kombinationen von EL-Pigmenten 4 und der Verwendung entsprechender farbkonvertierender und/oder farbfilternder Substanzen auch andere Anordnungen 5 beziehungsweise eine andere Reihenfolge zur Anwendung gelangen.

Wie oben bereits erwähnt, kann grundsätzlich anstelle der Verwendung eines weitgehend formstabilen Foliensubstrates 51, 52, 53 die Leuchtschicht 11, 12, 13 aus einer EL-Gießfolie gebildet werden. Unter EL-Gießfolien werden aus der Lösung 10 mittels Gießverfahren hergestellte Dünnfolien verstanden, in welche die elektrolumineszierenden Pigmente mit einem Durchmesser kleiner 30  $\mu\text{m}$ , bevorzugt kleiner 20  $\mu\text{m}$ , besonders bevorzugt kleiner 15  $\mu\text{m}$ , eingelagert sind. Derartige EL-Gießfolien sind relativ formstabil und können bevorzugt im Rolle-zu-Rolle Verfahren mit Elektrodenschichten 21, 22, 23 mittels Vakuumtechnik oder Siebdruck oder 15 Rakeln oder Rollenbeschichtung oder Sprühen oder Vorhanggießen beschichtet werden. Bei entsprechender Ausgestaltung der Leuchtschichten 11, 12, 13 kann auf die Anbringung der Dielektrikaschichten 41, 42, 43, 81, 82, 83 verzichtet werden und damit eine sehr gute Transparenz und elektrische Durchschlagsfestigkeit und hervorragende Oberflächenplanizität erreicht werden. Der Nachteil dieser Methode 20 liegt in der vollflächigen Ausführung der Leuchtschichten 11, 12, 13 und damit der höheren Kosten durch einen erhöhten Anteil an EL-Pigmenten 4.

Fig. 3 zeigt eine alternative Ausführungsform, wobei die Bezugszeichen entsprechender Schichten gegenüber Fig. 2 beibehalten wurden. Wie in Fig. 3 dargestellt und oben 25 bereits erwähnt, kann anstelle der Verwendung eines weitgehend formstabilen Foliensubstrates 53 die mittlere Elektrolumineszenzfolie 3 unter Verwendung einer EL-Gießfolie als Leuchtschicht 13 gebildet werden. Auch die anderen Elektrolumineszenzfolien 1, 2 können bei entsprechender Herstellung der Leuchtschichten 11, 12 grundsätzlich ohne Foliensubstrat 51, 52 gestaltet sein.

30

Ein Vorteil der in Fig. 3 dargestellten Anordnung liegt in der Einsparung von ein oder zwei Elektrodenschichten. In dieser Darstellung wird ein spiegelbildlicher Aufbau der oberen und unteren Elektrolumineszenzfolien 1, 2 gezeigt, und die mittlere Elektrolumineszenzfolie 3 ist mit gegossener Leuchtschicht 13 und zwei

Dielektrikaschichten 43, 83 ausgeführt. Diese beiden Dielektrikaschichten 43, 83 können alternativ auch auf beiden Seiten der Leuchtschicht 13 angeordnet sein und können ferner für die Haftvermittlung verwendet werden und farbkonvertierende und/ oder farbfilternde Beimengungen enthalten. Die Haftvermittlerschichten 71, 72 der 5 oberen und unteren Elektrolumineszenzfolien 1, 2 können entfallen, und die Rückelektroden 31, 32 der oberen und unteren Elektrolumineszenzfolien 1, 2 bilden die Elektroden für den mittlere EL-Kondensator.

Als besonders günstiger Kompromiß aus sicherer Funktion und guter Herstellbarkeit 10 hat sich der in Fig. 4 dargestellte Aufbau einer Elektrolumineszenzfolie 1 erwiesen. Drei (ggf. auch zwei) gleichartige, sich nur durch ihre Leuchtfarbe unterscheidende Elektrolumineszenzfolien der dargestellten Art werden dabei miteinander zu einem erfindungsgemäßen Mehrfarb-Elektrolumineszenzelement kombiniert. Die Elektrolumineszenzfolie 1 besteht im wesentlichen aus einem Foliensubstrat 51 aus 15 PET oder anderem Kunststoff, auf welches die Elektrodenschicht 21 aufgedampft oder aufgesputtert ist, einer Leuchtschicht 11 und einer durch Siebdruck darauf aufgebrachten transparenten Rückelektrode 31, welche mittels der isolierenden Folie 91 einlaminiert ist. Grundsätzlich sind auch Substrate denkbar, welche nicht aus einer Kunststofffolie, sondern aus einem keramischen Material, beispielsweise Glas, 20 bestehen.

## PATENTANSPRÜCHE

## 1. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element, aufweisend

5        - eine erste Elektrolumineszenzfolie (1), welche eine erste Elektrodenschicht (21), eine erste Leuchtschicht (11) mit dispersen Elektroluminophoren (4) und eine Rückelektrodenschicht (31) aufweist, und  
- eine zweite Elektrolumineszenzfolie (2), welche eine zweite Elektrodenschicht (22) und eine zweite Leuchtschicht (12) mit dispersen Elektroluminophoren (4) aufweist,

10        wobei die zweite Elektrolumineszenzfolie (2) zum Emittieren von Licht einer anderen Farbe als die erste Elektrolumineszenzfolie (1) ausgebildet ist.

## 2. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß Anspruch 1, wobei die zweite Elektrolumineszenzfolie (2) ebenfalls eine Rückelektrodenschicht (32) aufweist.

## 3. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, ferner aufweisend eine dritte Elektrolumineszenzfolie (3), welche eine dritte Leuchtschicht (13) mit dispersen Elektroluminophoren (4) aufweist.

## 20        4. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß Anspruch 3, wobei die dritte Elektrolumineszenzfolie (3) ebenfalls eine Elektrodenschicht (23) aufweist.

## 25        5. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß Anspruch 4, wobei die dritte Elektrolumineszenzfolie ferner ebenfalls eine Rückelektrodenschicht (33) aufweist.

6. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zumindest eine Elektrolumineszenzfolie (1, 2, 3) ein Foliensubstrat (51, 52, 53) aufweist, welches mit einer der Elektrodenschichten (21, 22, 23) versehen ist.  
5
7. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß Anspruch 6, wobei zumindest zwei der Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3) jeweils ein Foliensubstrat (51, 52, 53) aufweisen, welches mit jeweils einer der Elektrodenschichten (21, 22, 23) versehen ist.  
10
8. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß Anspruch 7 mit drei Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3), wobei alle drei Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3) jeweils ein Foliensubstrat (51, 52, 53) aufweisen, welches mit jeweils einer der Elektrodenschichten (21, 22, 23) versehen ist.  
15
9. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der Ansprüche 6-8, wobei zumindest ein Foliensubstrat (51, 52, 53) aus Polyethylenterephthalat besteht.  
20
10. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der Ansprüche 6-9, wobei zumindest eine der Elektrodenschichten (21, 22, 23) auf das zugehörige Foliensubstrat (51, 52, 53) vakuumtechnisch aufgedampft oder gesputtert ist.  
25
11. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mindestens eine der Leuchtschichten (11, 12, 13) als gegossene Folie ausgeführt ist.  
30
12. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die dispersen Elektroluminophore (4) anorganischer Natur sind.  
30 13. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß Anspruch 12, wobei die dispersen Elektroluminophore (4) mikroverkapselt sind.  
14. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, das mindestens eine zusätzliche Dielektrikumsschicht (41, 42, 43) enthält.

15. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3) durch mindestens eine Haftschiicht (71, 72, 73) miteinander verbunden sind.

5 16. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mindestens eine Schicht des Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elements mindestens eine farbkonvertierende und/oder farbfilternde organische und/oder anorganische Beimengung enthält.

10 17. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei jede Rückelektrodenschicht (31, 32, 33) weitgehend transparent ausgeführt ist.

15 18. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der Ansprüche 1–16, wobei die erste Elektrodenschicht (21) oder die Rückelektrodenschicht (31) der ersten Elektrolumineszenzfolie (1) intransparent reflektierend ausgeführt ist.

20 19. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zumindest eine der Elektrodenschichten (21, 22, 23) und/oder Rückelektrodenschichten (31, 32, 33) zumindest teilweise mittels Laserstrahl strukturiert oder konturiert ist.

25 20. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei jede Elektrolumineszenzfolie (1, 2, 3) separat elektrisch ansteuerbar ist.

30 21. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß Anspruch 19 mit 3 Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3), wobei eine der Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3) zum Emittieren roten Lichts, eine der Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3) zum Emittieren grünen Lichts, und eine der Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3) zum Emittieren blauen Lichts ausgebildet ist.

22. Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Element gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei mindestens eine der Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3) in

unabhängig voneinander elektrisch ansteuerbare Segmente unterteilt ist.

23. Verfahren zur Herstellung eines Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elements, wobei mindestens zwei Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3) zusammengefügt werden.

5 24. Verfahren zur Herstellung eines Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elements gemäß Anspruch 23, wobei drei Elektrolumineszenzfolien (1, 2, 3) zusammengefügt werden.

10 25. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 23-24, wobei das Zusammenfügen mittels Kaltlaminieren und/oder Heißlaminieren und/oder Vakuumlaminieren erfolgt.

26. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 23-25, wobei nach dem Zusammenfügen mindestens eine Schicht des Mehrfarb-Elektrolumineszenz-Elements mit einem 15 Laserstrahl bearbeitet wird.

20

25

30

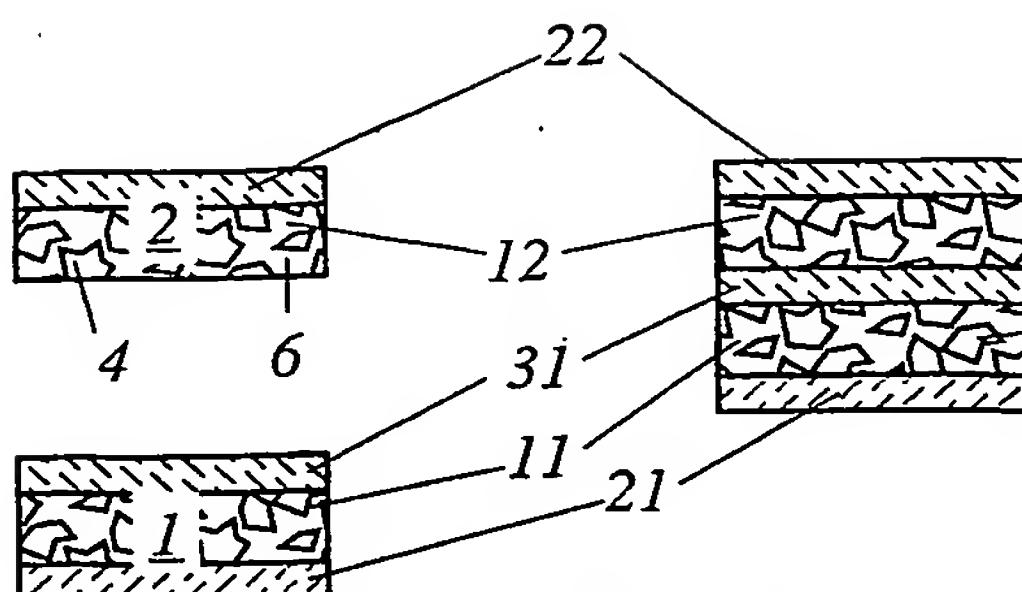


Fig. 1a

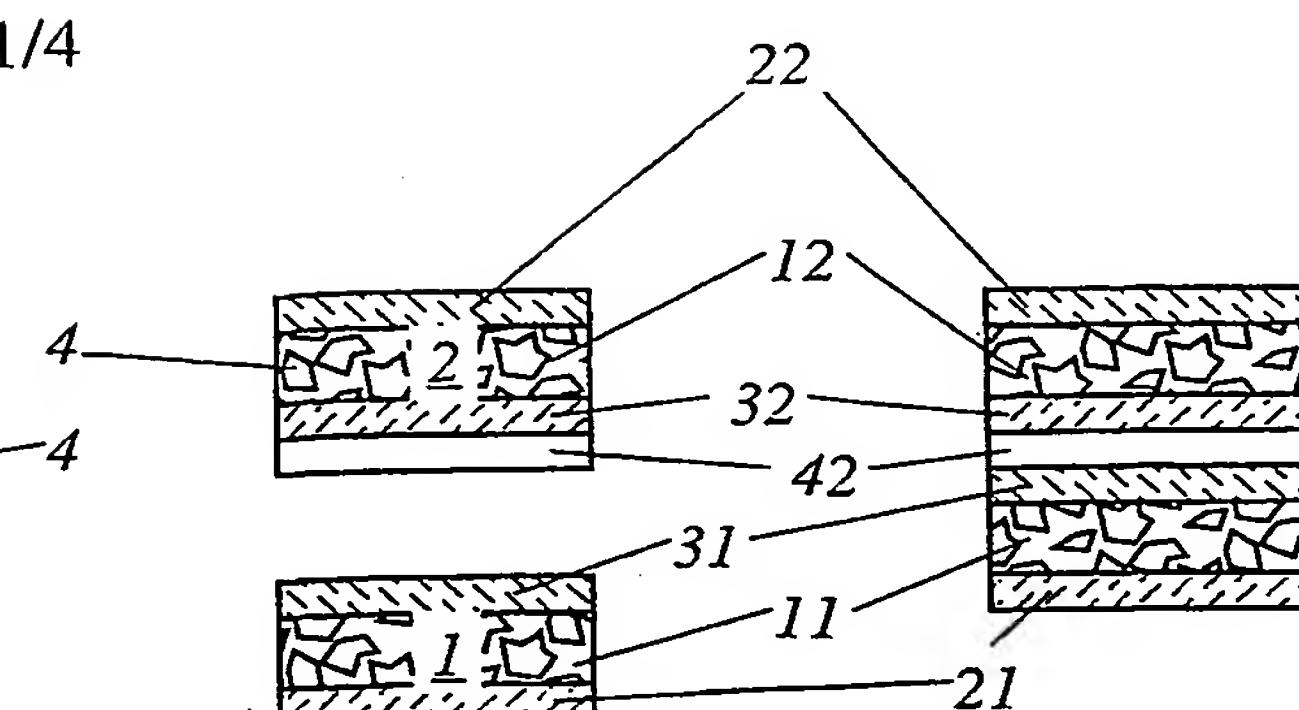


Fig. 1b

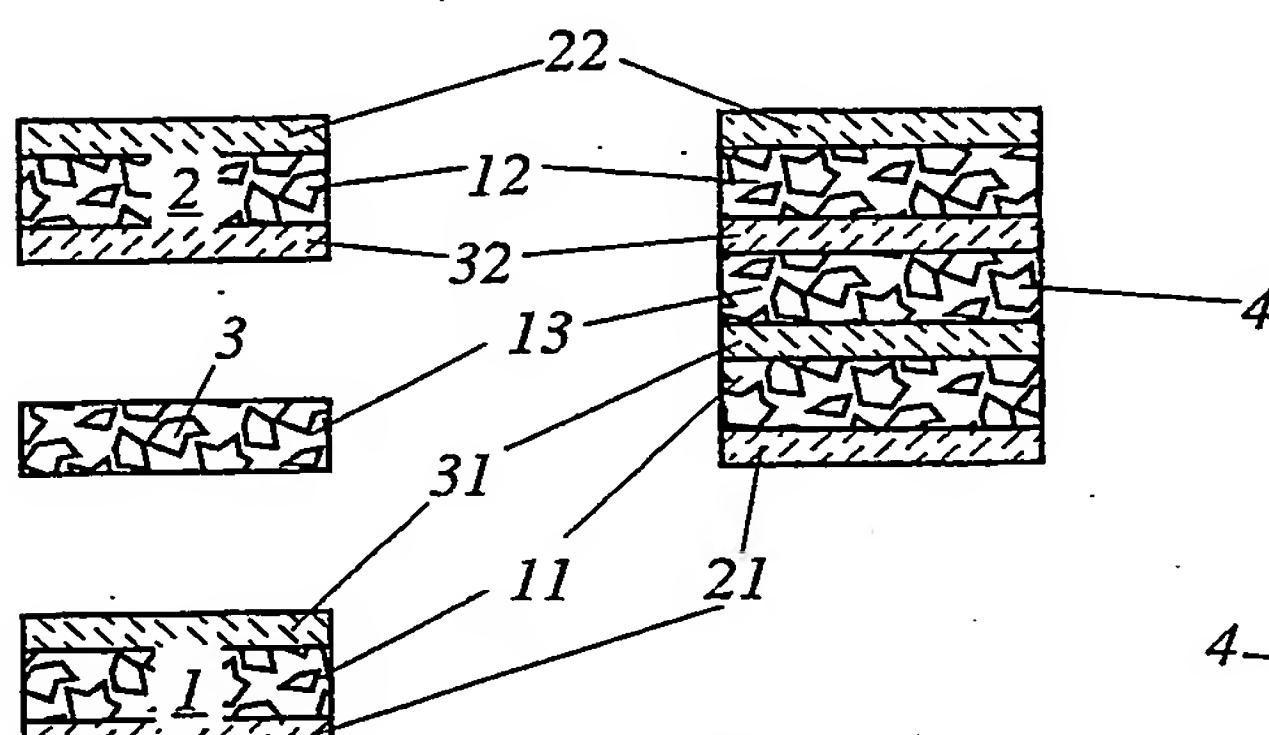


Fig. 1c

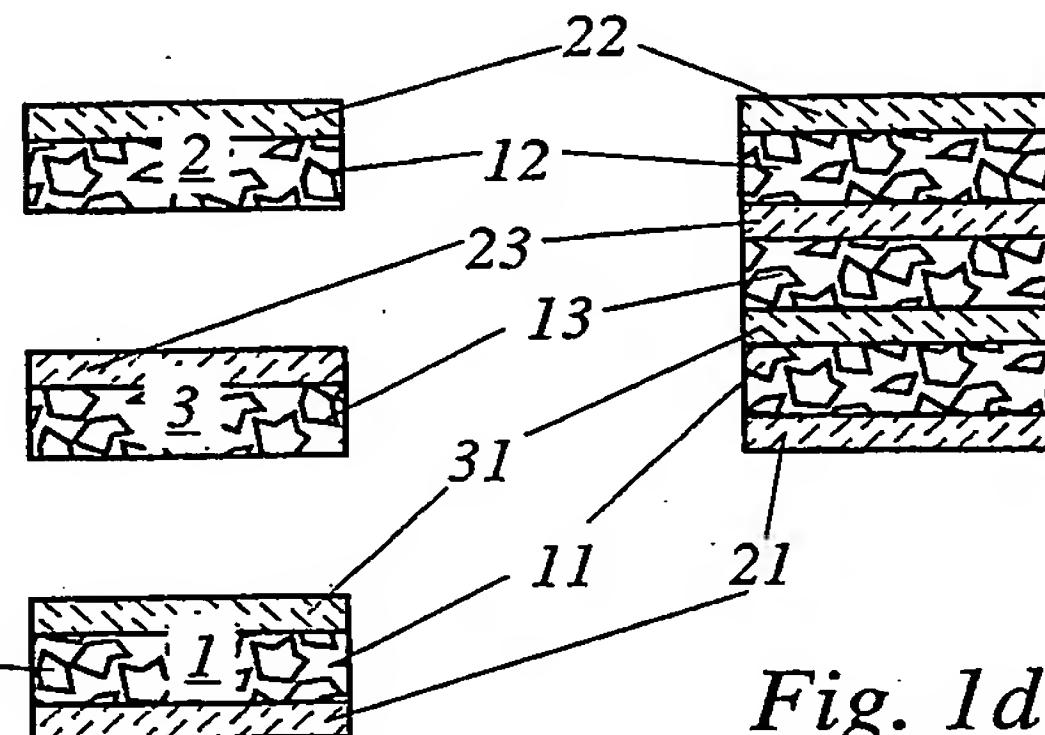


Fig. 1d

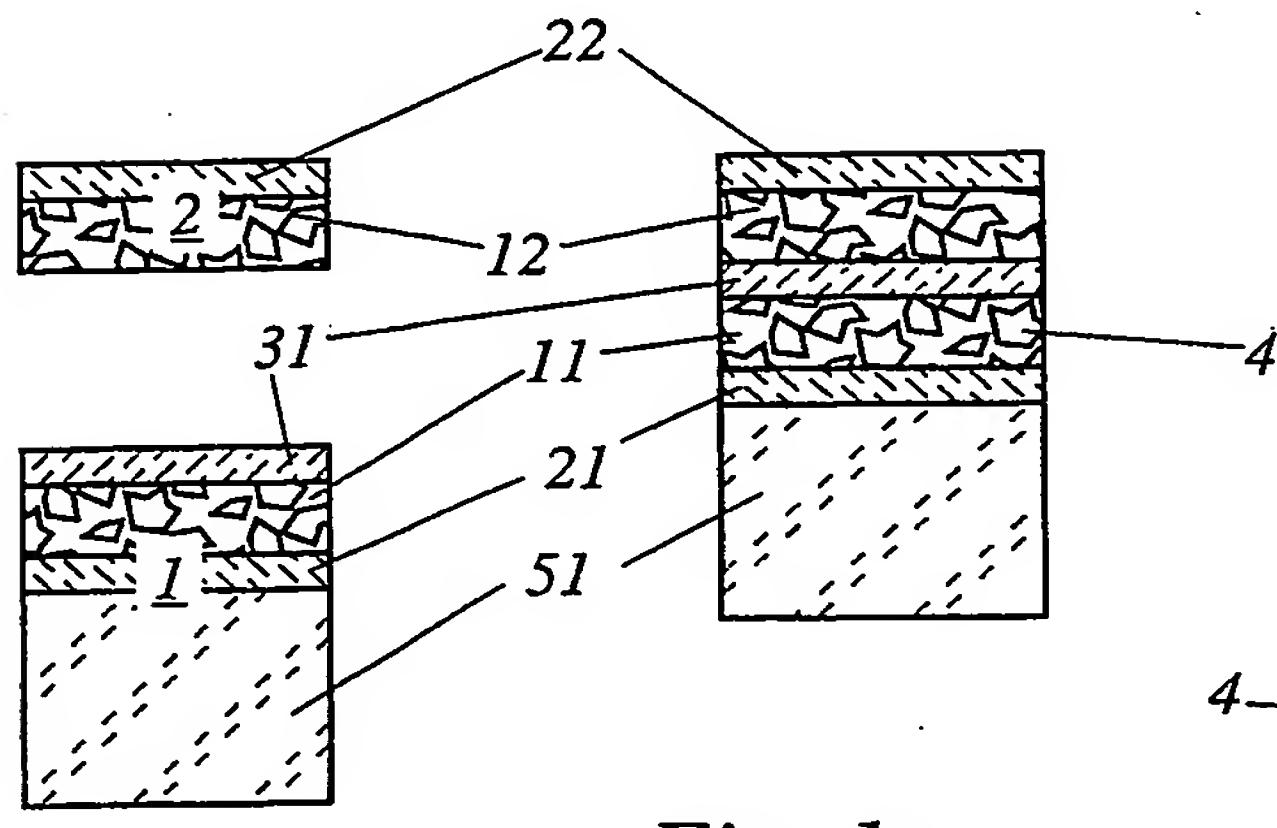


Fig. 1e

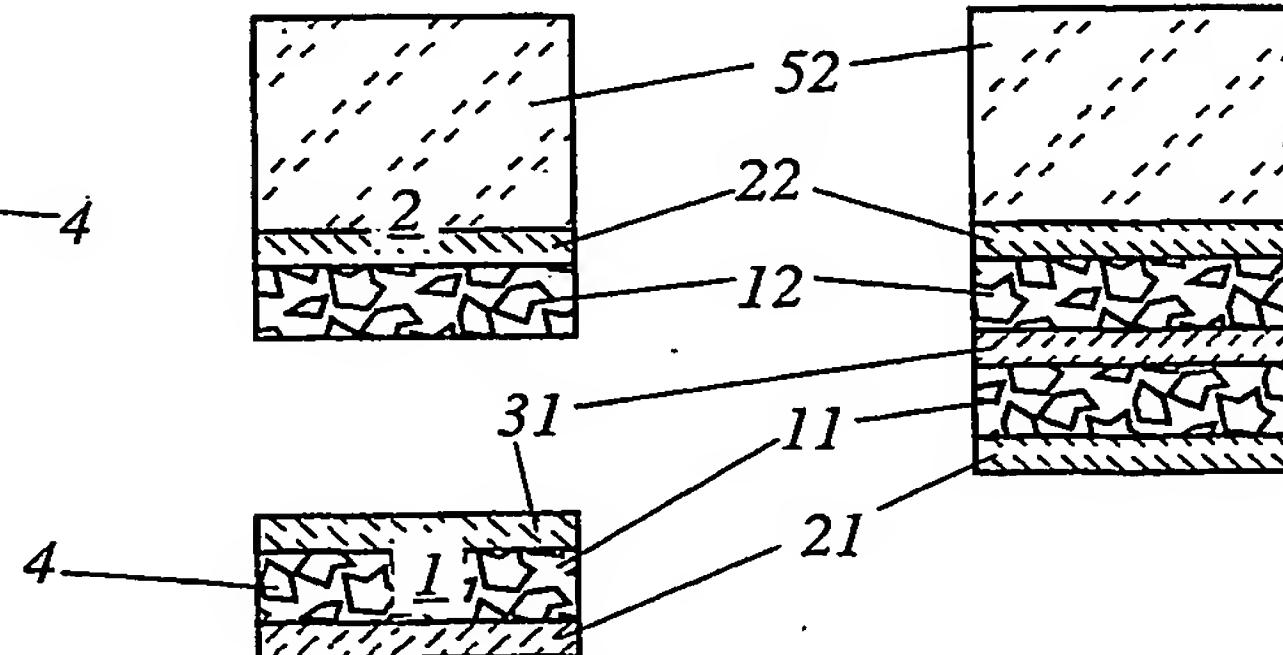


Fig. 1f

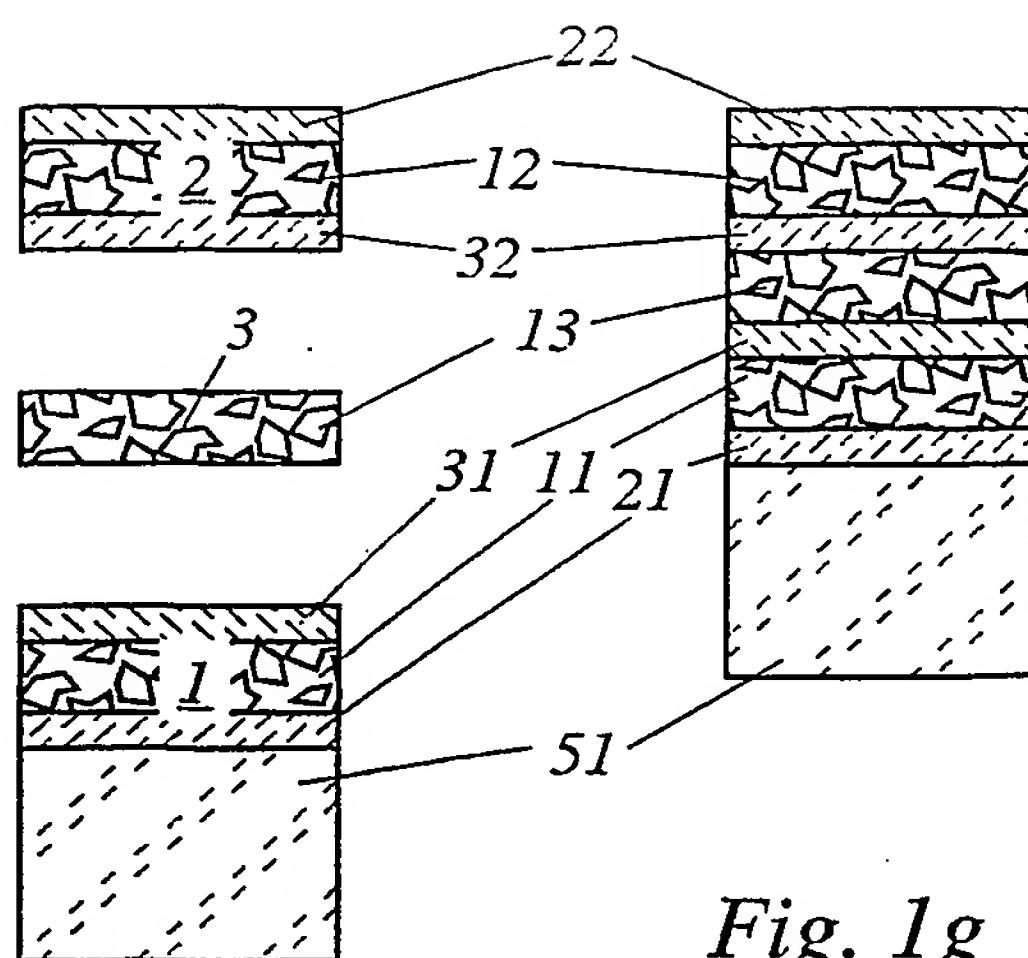


Fig. 1g

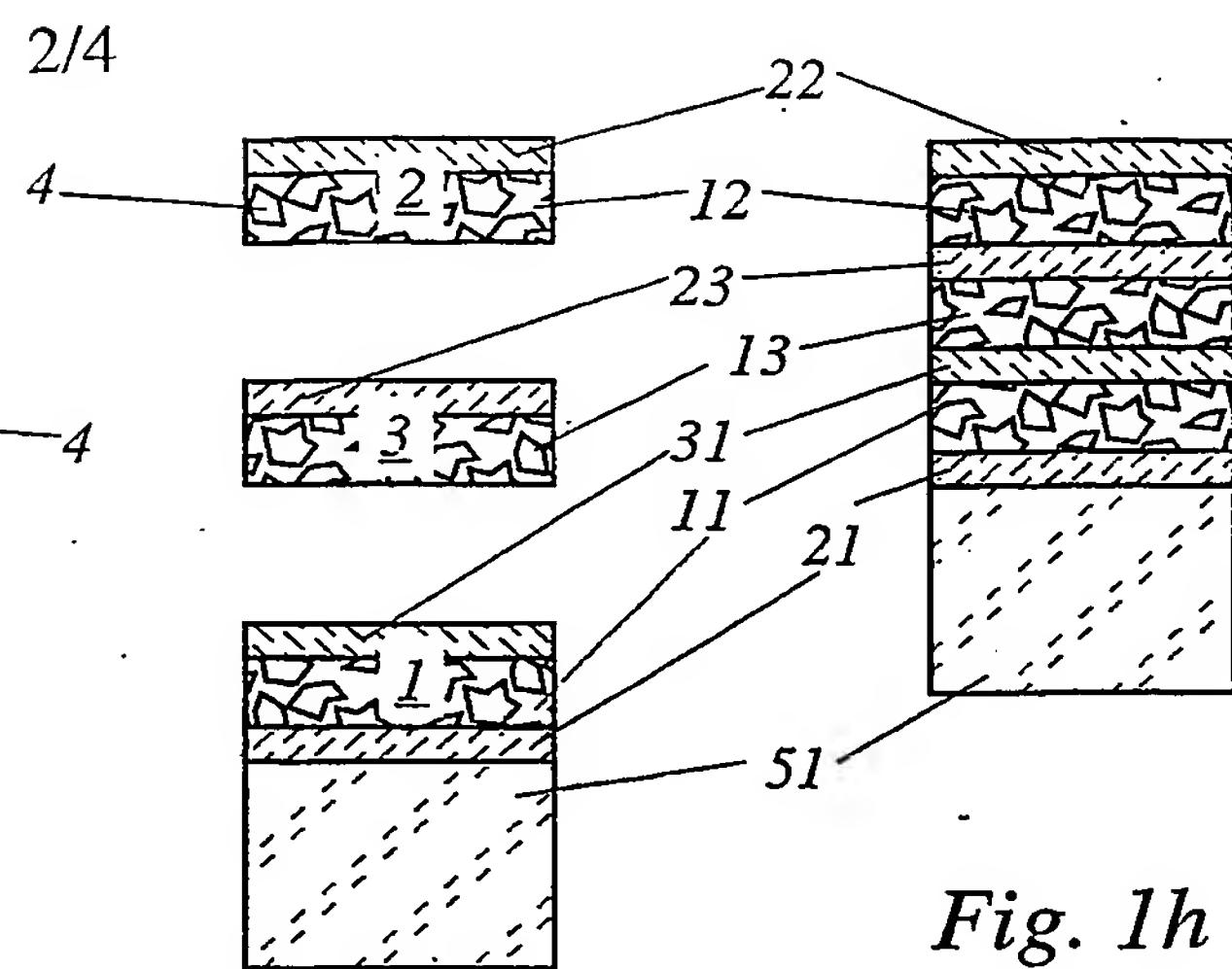


Fig. 1h

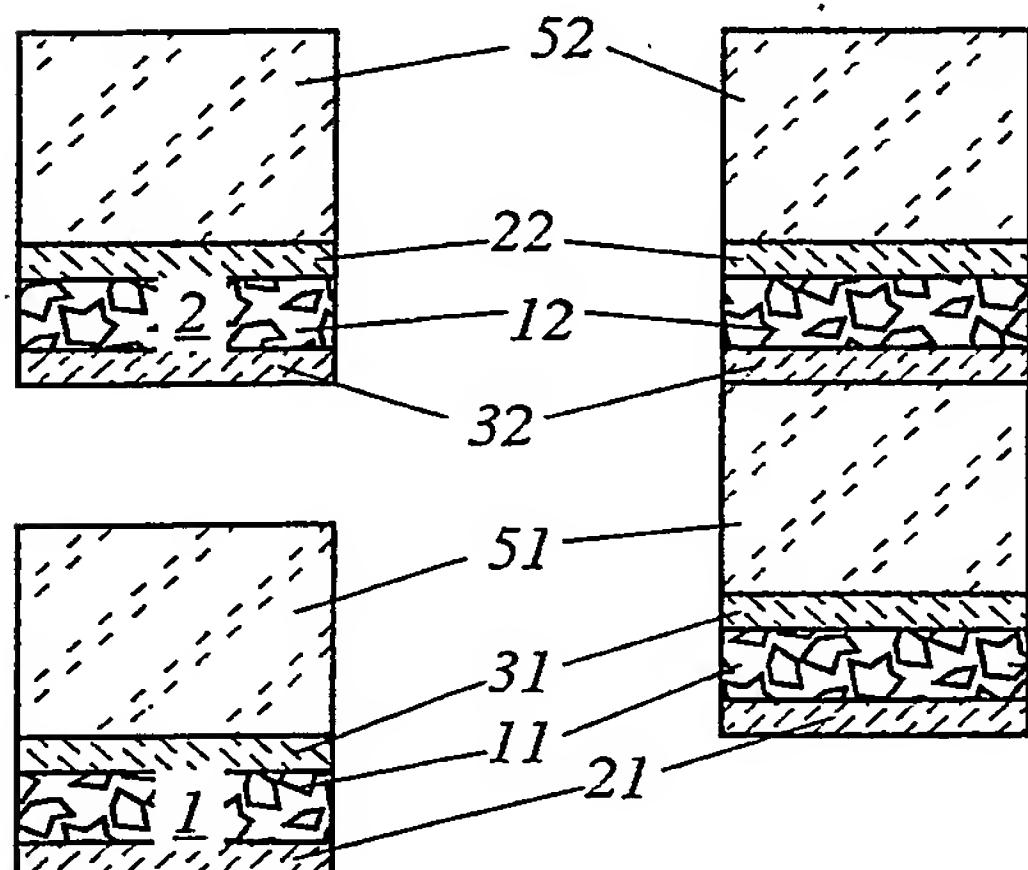


Fig. 1i

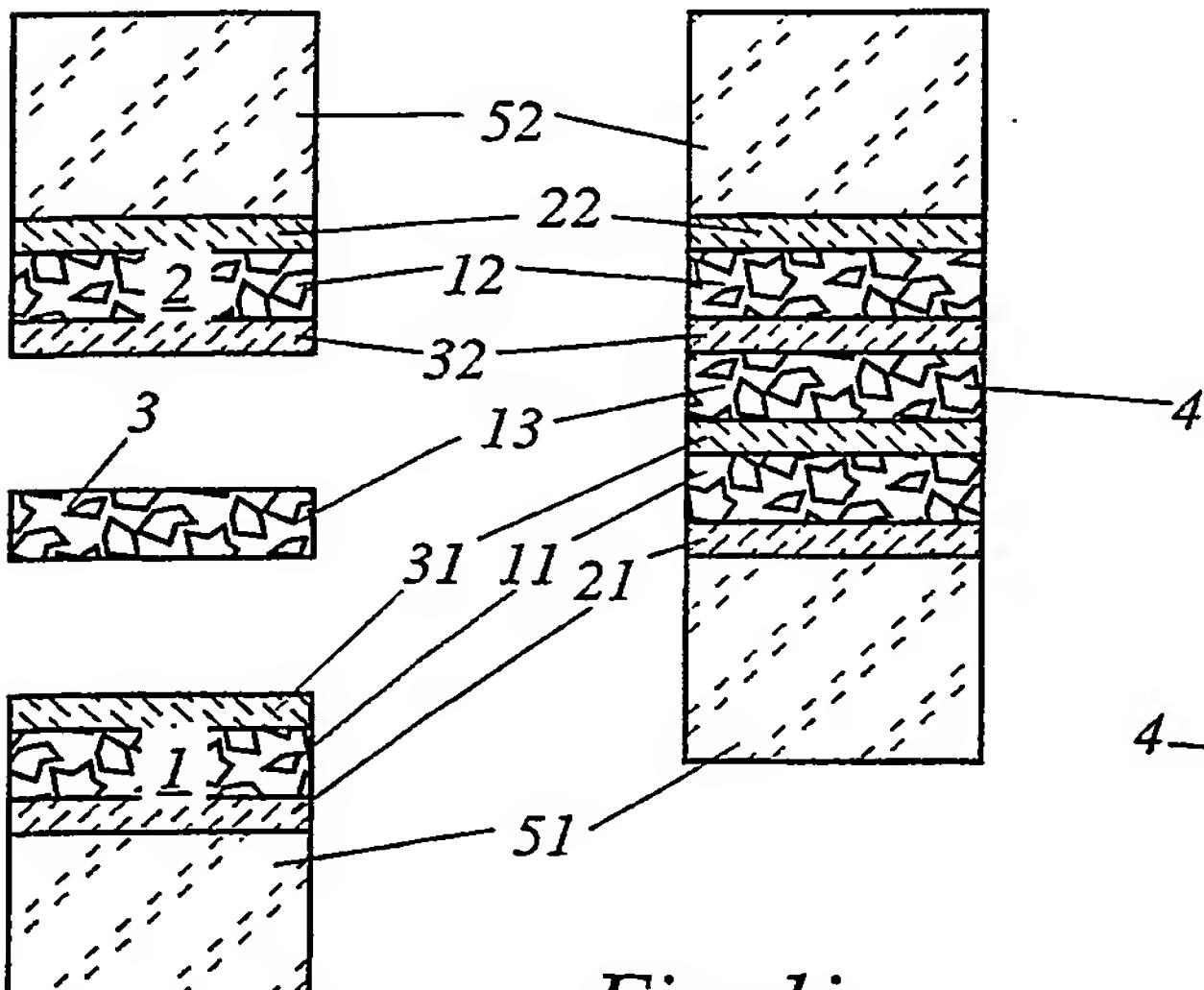


Fig. 1j

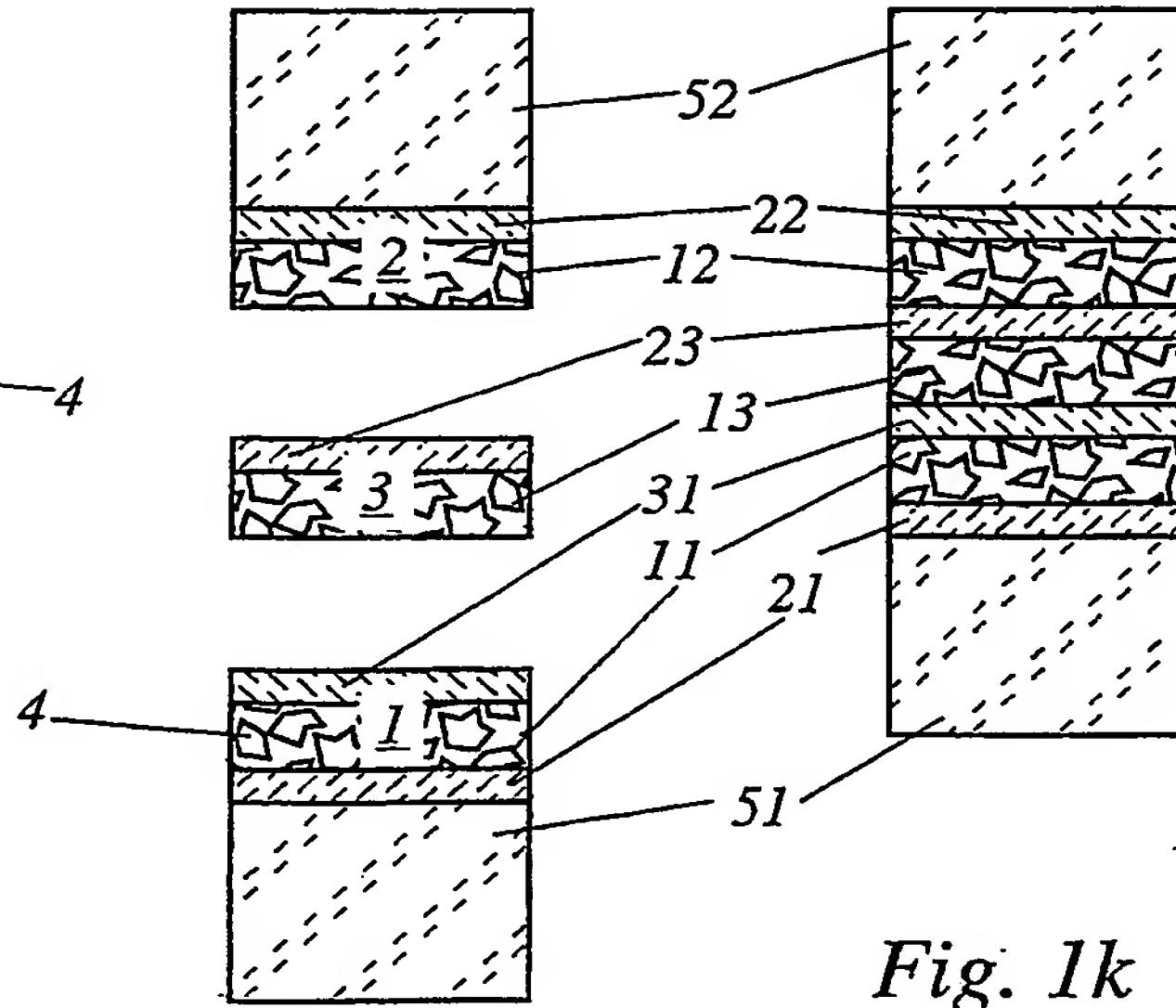


Fig. 1k

3/4

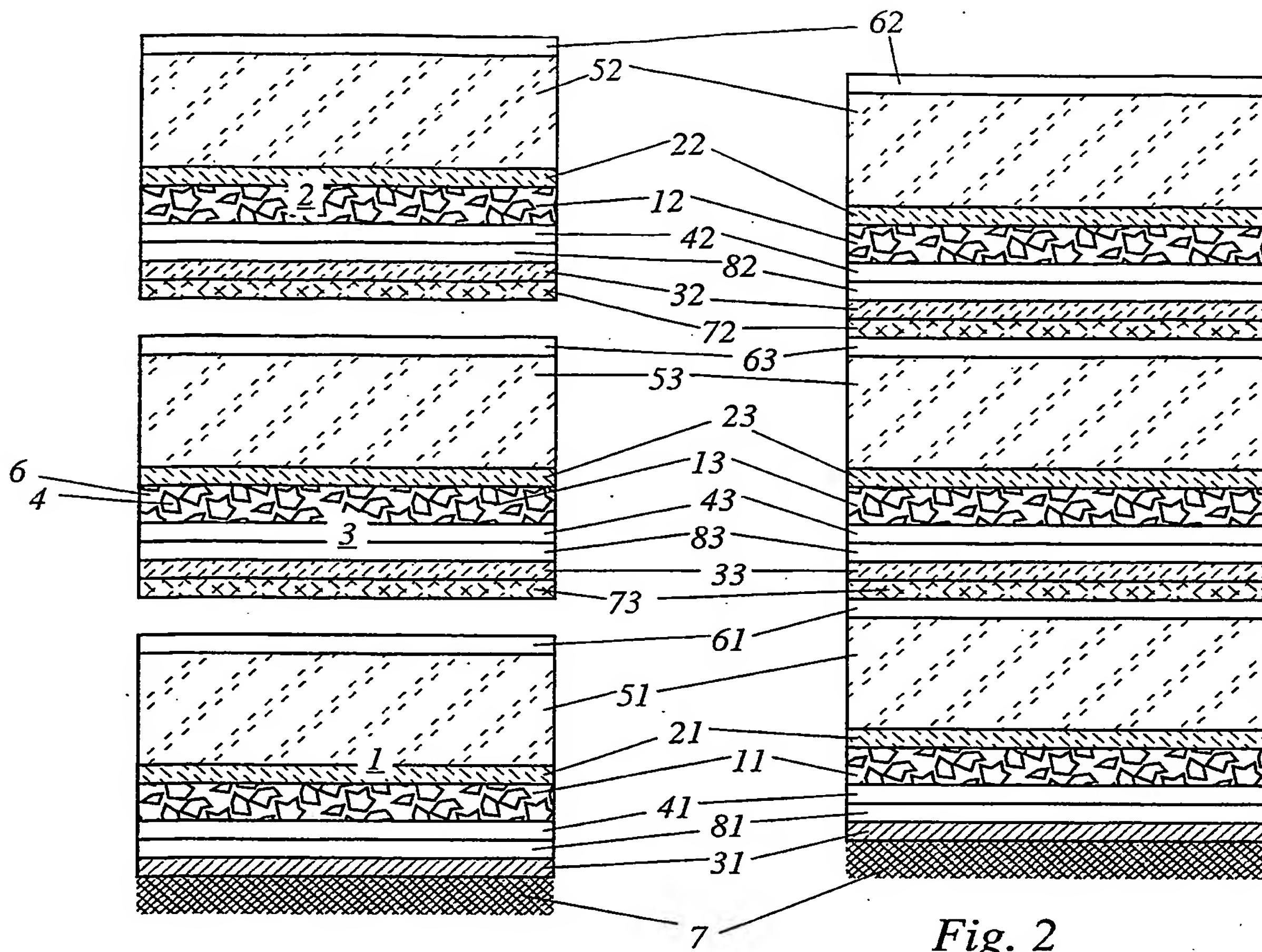


Fig. 2

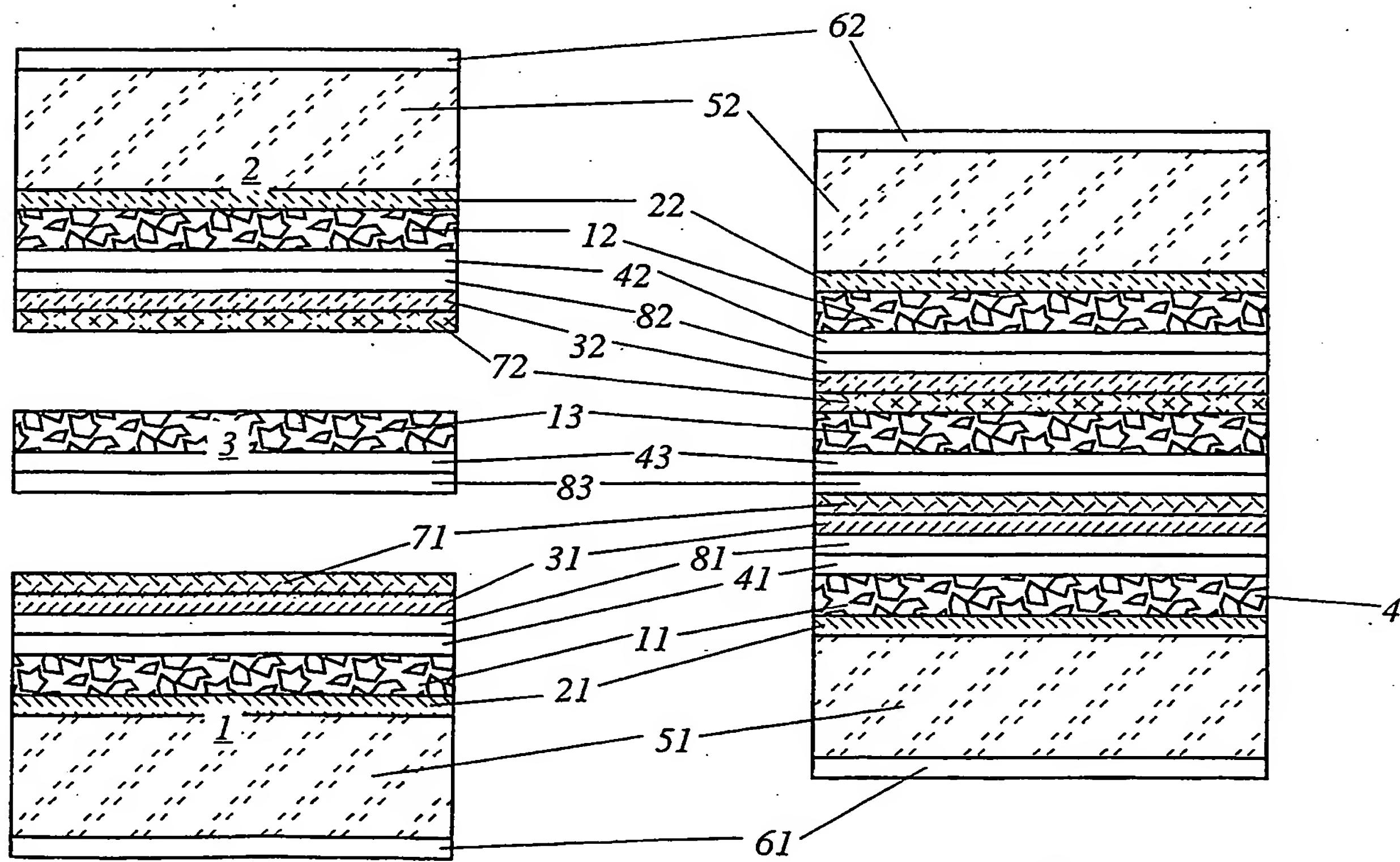
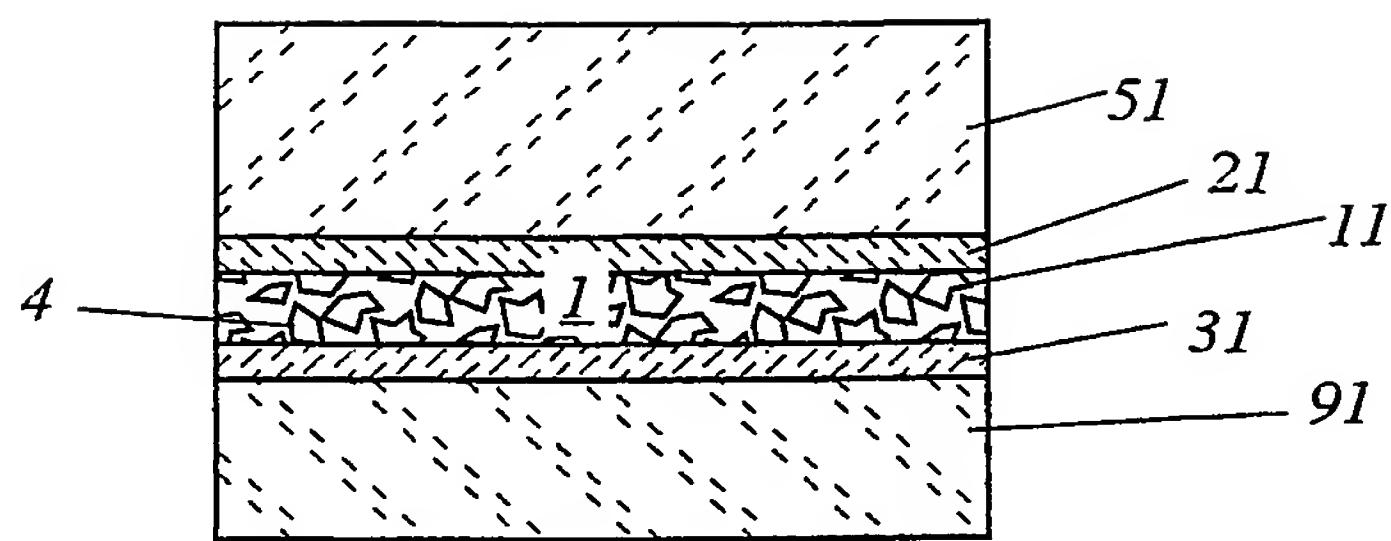


Fig. 3



*Fig. 4*

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/008462

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 H05B33/14 H05B33/22 H05B33/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 994 517 A (TDK CORP) 19 April 2000 (2000-04-19) paragraph '0039!; claims	1-26
X	US 4 689 522 A (ROBERTSON JAMES B) 25 August 1987 (1987-08-25) claims 1,4,9,10	1-26
X	US 5 792 561 A (WHANG WOL-YON ET AL) 11 August 1998 (1998-08-11) claims 1-4	1-26
X	EP 1 026 923 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 9 August 2000 (2000-08-09) paragraph '0044!; claims	1-26
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 November 2004

Date of mailing of the international search report

22/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lehnert, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP2004/008462

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 045 618 A (SEIKO PRECISION KK) 18 October 2000 (2000-10-18) claim 1 -----	1-26
X	US 4 777 402 A (MITSUMORI KENICHI) 11 October 1988 (1988-10-11) claim 1 -----	1-26

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/008462

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0994517	A 19-04-2000	JP 2000123976 A		28-04-2000
		EP 0994517 A2		19-04-2000
		US 6303239 B1		16-10-2001
US 4689522	A 25-08-1987	NONE		
US 5792561	A 11-08-1998	KR 170490 B1		01-05-1999
EP 1026923	A 09-08-2000	JP 2000228285 A		15-08-2000
		CN 1263428 A		16-08-2000
		DE 60010540 D1		17-06-2004
		DE 60010540 T2		23-09-2004
		EP 1026923 A2		09-08-2000
		TW 471235 B		01-01-2002
		US 6541911 B1		01-04-2003
EP 1045618	A 18-10-2000	JP 2000299185 A		24-10-2000
		DE 60003361 D1		24-07-2003
		DE 60003361 T2		04-12-2003
		EP 1045618 A1		18-10-2000
		US 2003006700 A1		09-01-2003
		US 6476552 B1		05-11-2002
US 4777402	A 11-10-1988	JP 61284091 A		15-12-1986

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008462

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H05B33/14 H05B33/22 H05B33/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 994 517 A (TDK CORP) 19. April 2000 (2000-04-19) Absatz '0039!; Ansprüche	1-26
X	US 4 689 522 A (ROBERTSON JAMES B) 25. August 1987 (1987-08-25) Ansprüche 1,4,9,10	1-26
X	US 5 792 561 A (WHANG WOL-YON ET AL) 11. August 1998 (1998-08-11) Ansprüche 1-4	1-26
X	EP 1 026 923 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 9. August 2000 (2000-08-09) Absatz '0044!; Ansprüche	1-26
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

5. November 2004

22/11/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lehnert, A

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008462

## C.(Fortsetzung). ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 045 618 A (SEIKO PRECISION KK) 18. Oktober 2000 (2000-10-18) Anspruch 1 -----	1-26
X	US 4 777 402 A (MITSUMORI KENICHI) 11. Oktober 1988 (1988-10-11) Anspruch 1 -----	1-26

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/008462

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0994517	A	19-04-2000	JP EP US	2000123976 A 0994517 A2 6303239 B1	28-04-2000 19-04-2000 16-10-2001
US 4689522	A	25-08-1987		KEINE	
US 5792561	A	11-08-1998	KR	170490 B1	01-05-1999
EP 1026923	A	09-08-2000	JP CN DE DE EP TW US	2000228285 A 1263428 A 60010540 D1 60010540 T2 1026923 A2 471235 B 6541911 B1	15-08-2000 16-08-2000 17-06-2004 23-09-2004 09-08-2000 01-01-2002 01-04-2003
EP 1045618	A	18-10-2000	JP DE DE EP US US	2000299185 A 60003361 D1 60003361 T2 1045618 A1 2003006700 A1 6476552 B1	24-10-2000 24-07-2003 04-12-2003 18-10-2000 09-01-2003 05-11-2002
US 4777402	A	11-10-1988	JP	61284091 A	15-12-1986

POLYCHROMATIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND METHOD FOR THE  
PRODUCTION THEREOF

The present invention relates to a polychromatic electroluminescent element and a method for its production.

Electroluminescence technology has increasingly gained in significance in recent time. It allows the implementation of almost arbitrarily large homogeneous illuminated areas which are free of screens and shadows. At the same time, power consumption and overall depth are extremely low (in the magnitude of one millimeter and less). The typical applications include, in addition to the background illumination of liquid crystal displays, the backlighting of transparent films which are provided with inscriptions and/or graphics.

Electroluminescence (in short: EL) is understood as the direct luminescence excitation of luminescent pigments and/or luminophores through an electric alternating field. Electroluminescence elements (in short: EL elements) based on thick-film technology using inorganic luminescent pigments and/or luminophores and AC voltage excitation have become widespread. In relation to thin-film EL elements, thin-layer EL elements are less complex and thus more cost-effective to produce.

The luminescent pigments and/or luminophores are embedded in a transparent organic or ceramic binder. Starting materials are usually zinc sulfides, which generate different, relatively narrow band emission spectra as a function of the doping and/or co-doping and preparation procedure. The focus of the spectrum determines the particular color of the emitted light.

The exciting AC voltage field typically has a frequency of a few hundred hertz, the effective value of the operating

**This Page Blank (uspto)**

voltage frequently being in a range from approximately 50 to 150 volts. By elevating the voltage, a higher light density may typically be achieved, which is usually in a range from approximately 50 to approximately 200 candelas per square meter. A frequency increase usually causes a color shift toward lower wavelengths. However, both parameters must be tailored to one another to achieve a desired light impression.

In principle, two types of electrodes suggest themselves above all in the manufacturing of thick-film EL elements using AC voltage excitation. Firstly, these are indium-tin oxide electrodes (ITO) sputtered or vapor-deposited on plastic films in vacuum. They are very thin (a few hundred Å) and offer the advantage of high transparency at a relatively low resistance per unit area (approximately 60 to 600 ohm). However, they are not applicable to textured surfaces having steps, are less deformable, and are not applicable to substrates which outgas easily in vacuum. In addition, printing pastes having ITO or ATO (antimony-tin oxide) or intrinsically conductive transparent polymer pastes may be used. At a thickness of approximately 5 to 20  $\mu$ m, electrodes of this type offer only lesser transparency at a high resistance per unit area (up to 50 kohm). However, they are largely applicable to any arbitrary texture, and even to textured surfaces. Furthermore, they may be laminated relatively well and deformed in a restricted way.

The service life of an EL element is limited. It is a function above all of the level and frequency of the AC voltage applied, in addition, however, also of environmental influences, particularly the effects of moisture and UV radiation. The service life of an EL element is typically specified as a half-life of the luminescent pigments. This is the time after which the light density has fallen to half of the starting value

**This Page Blank (uspto)**

under the influences of the electrical field with unchanged operating conditions. In practice, the light density decreases to half of the original value within approximately 2000 to 3000 operating hours.

The emission color of an EL element may be tailored to the desired color impression through multiple possible measures. These include doping and co-doping of the luminescent pigments, mixing two or more EL pigments, adding one or more organic and/or inorganic color-converting and/or color-filtering pigments, coating the EL element using organic and/or inorganic color-converting and/or color-filtering substances, admixing colorants to the polymer matrix in which the luminescent pigments are dispersed, and the incorporation of a color-converting and/or color-filtering layer or film in the structure of the EL element.

~~Luminophores which emit a pure white are not currently available. For this reason, whitely luminescent EL elements are frequently produced with the aid of a mixture of at least two luminescent pigments, whose emissions (approximately) result in white when added. In order to obtain pure white, the use of an organic conductive lacquer having a slight blue coloration is typically necessary. However, the different aging of the two luminescent pigments causes a change of the color impression in the course of the service life, which is often very disturbing or unacceptable for the planned application. Furthermore, approximately white-luminescent luminophores exist, which contain toxic zinc selenides, however, and are therefore undesirable for use.~~

There is frequently a need for EL elements which may luminesce polychromatically, i.e., alternately in different colors as a function of an external controller.

**This Page Blank (uspto)**

Corresponding EL elements are referred to as polychromatic electroluminescent elements.

Polychromatic electroluminescent elements are known from, among other things, EP-A-1045618. A polychromatic EL light is described therein, in which different colors result through additive color mixing, in that at least two electroluminescent layers, which contain luminescent pigments, lying one over another are activated appropriately using at least three electrode layers. Electrodes are produced using vapor deposition of ITO on a PET substrate for this purpose, while in contrast all further layers, i.e., also all further electrodes, are produced using screen printing.

A multilayered EL element having different patterns and many luminescent colors is also described in EP-A-0998171. Here as well, the first transparent electrode is produced using vapor deposition or sputtering on a PET film. All further electrodes are produced using printing of optically transparent pastes.

A polychromatic EL element, which has multiple light-transparent electrode layers and multiple luminescent layers having different colors, is known from EP-A-0973358. A printed multilayered structure is also implemented according to this publication.

Constructions using multiple luminescent layers produced using screen printing, which all known polychromatic EL elements listed share in principle, are connected to some problems. In industrially common and available electroluminophores, usually particle diameters of greater than 20  $\mu\text{m}$ , typically between 20 and 35  $\mu\text{m}$ , and a broad particle size distribution must be expected. Therefore, luminescent layer thicknesses of 40 to 60  $\mu\text{m}$  are typical. If coarse-grain pigments of this type are now dispersed in

**This Page Blank (uspto)**

screen printing inks and applied in multiple layers on a carrier substrate, it is obvious that a very uneven surface results at typical degrees of filling of 65 to 75 weight-percent. The unevenness is caused by the scatter breadth of the particle dimensions and, in addition, by the evaporation of solvent during the drying procedure. The unevenness of the surface of each individual layer may be reduced by using UV-curable polymer binders and/or by using fine-grained luminescent pigments and/or luminescent pigments having a narrower particle size distribution, for example. These problems may thus be controlled in EL elements which are only provided with one luminescent layer and therefore emit monochromatically. However, in multilayered constructions, the unevenness of the individual layers adds statistically, so that a polychromatic EL element providing a homogeneous light impression is producible in practice only with significant outlay or not at all in the way described.

Furthermore, an additional leveling printing procedure and/or a leveling lamination procedure may be performed. In typical EL elements, the disadvantages of process steps of this type outweigh their advantages, however, since each additional layer reduces the electrical alternating field implemented, and pigment particles projecting during a lamination procedure may press into the polymer layer lying underneath, but may just as well penetrate the dielectric insulation and may thus influence the function of the particular EL element very disadvantageously.

In addition to these problems of unevenness, there is also the necessity of leading the individual planar electrodes to typically laterally positioned terminal areas. This results, in a multilayered construction on a substrate generated through screen printing, in layer heights of up to more than 100  $\mu\text{m}$  having to be overcome, which may not be achieved by ITO or ATO screen printing pastes through

**This Page Blank (uspto)**

simple printing and, if busbar printed formations using silver pastes are employed, results in a further increase of the unevenness of the surface. This is because, even with a single luminescent layer of the above-mentioned typical thickness, insulation layers and/or dielectric layers must be led very carefully over the layer edges in order to then also be able to lead a return electrode having good electrical conductivity properties over a layer edge of this type.

Therefore, the entire production of typical polychromatic EL elements, but particularly the production of the electrical wiring and/or the terminals of diverse fields in segmented luminescent layers is extremely difficult to manage and very susceptible to flaws.

In consideration of the problems described, it is the object of the present invention to provide a polychromatic electroluminescent element which may assume different light colors as a function of the electrical activation and nonetheless is producible at acceptable outlay in high quality. The object is connected thereto of providing a suitable production method for polychromatic EL elements which allows high product quality at a low reject rate.

According to one aspect of the present invention, this object is achieved by a polychromatic electroluminescent element according to Claim 1. Contrary to the related art, according to which polychromatic electroluminescent elements are implemented as a multilayered screenprinted structure on one film, the polychromatic electroluminescent element according to the present invention is constructed from at least two electroluminescent films each having a luminescent layer. In this case, an electroluminescent film is to be understood as a coherent film body having a certain dimensional stability, which results because the luminescent layer of the electroluminescent film is applied

**This Page Blank (uspto)**

to a stable film substrate (as a carrier) and/or comprises a preferably cast film itself, in whose matrix the dispersed luminophores are embedded. This has the decisive advantage that during the production, each electroluminescent film may be provided separately with the required electrode layer or layers, and the entire construction does not have to be performed sequentially "from bottom to top". The problems described above with the wiring of the electrodes are thus largely dispensed with. In particular, the terminals of the electrodes on the individual electroluminescent films may be designed separately according to manageable technologies typical for normal monochromatic electroluminescent elements.

Different colors are generated through additive color mixing in that each luminescent layer, which emits in a different color, is excited differently through a separately controlled electrical alternating field in each case. With three electroluminescent films in the colors red, green, and blue, the entire color spectrum, including white, may thus be represented with appropriate activation.

Preferred embodiments of the present invention are implemented according to Claims 2-22.

According to a further aspect of the present invention, the object is achieved by a method for producing a polychromatic electroluminescent element according to Claim 23. In contrast to the related art, in this case all individual layers of the EL element are not applied sequentially one on top of another, "from bottom to top" using printing, but rather at least two prefinished electroluminescent films are joined through lamination, for example. The problems described above with the wiring of the electrodes are thus largely dispensed with. In particular, the terminals of the electrodes on the individual electroluminescent films may be produced

**This Page Blank (uspto)**

separately according to manageable technologies typical for normal monochromatic electroluminescent elements before being joining.

Preferred embodiments of the method according to the present invention are implemented according to Claims 24-26.

Examples of preferred embodiments of the present invention will be explained in greater detail on the basis of the attached figures. The figures are purely schematic sectional illustrations which are not to scale, in particular, layer thicknesses are greatly enlarged for reasons of clarity. The area of the electrode terminals is not shown in each case.

Figures 1a through 1k show different arrangement variations in principle in the layered construction of polychromatic electroluminescent elements according to the present invention, each once before joining of the electroluminescent films and once afterward. Possible additional insulation or adhesion promoting layers contained in the structure are not shown.

Figure 2 shows an example of a polychromatic electroluminescent element assembled from three electroluminescent films, before joining of the electroluminescent films and afterward, each electroluminescent film having a stable film substrate.

**This Page Blank (uspto)**

Figure 3

shows an example of a polychromatic electroluminescent element assembled from three electroluminescent films, before joining of the electroluminescent films and afterward. In this case, the construction is implemented similarly to Figure 2, but the middle electroluminescent film has no film substrate, rather its film properties originate from the cast matrix of the luminescent layer.

Figure 4

shows the construction of an electroluminescent film of an especially preferred polychromatic electroluminescent element according to the present invention. Three (or possibly four) similar electroluminescent films, which only differ in their light color, of the type shown are combined with one another in this case.

Figures 1a through 1k show examples of different basically possible arrangement variations of the layered construction of polychromatic electroluminescent elements according to the present invention. In this case, the left partial illustration in each case shows the electroluminescent films 1, 2, 3 before being joined, and the right partial illustration shows the layered construction of the polychromatic electroluminescent element resulting afterward. In addition, further layers, particularly dielectric and/or insulation or adhesion promoting layers may be contained in the particular construction, which are not shown for the sake of clarity. The adhesion promoting layers are used for bonding the electroluminescent films to one another. Color-filtering or color-converting layers and

**This Page Blank (uspto)**

imprints (not shown) may also be contained in order to generate a desired color impression. These may also be provided over only a part of the area to achieve certain graphic designs.

Each electroluminescent film 1, 2, 3 has a luminescent layer 11, 12, 13 having disperse electroluminophores 4, these preferably being cast films in whose film matrix 6 the electroluminophores 4 are embedded. Extruded films are also possible, but these are less advantageous because of a distribution of the electroluminophores which is often unfavorable. In particular, the illustration of the electroluminophores 4 is to be understood as purely schematic. In practice, particles which approximate the spherical shape as much as possible are sought. Electroluminophores are typically sensitive to the effect of moisture. Therefore, additional layers, which assume the function of a moisture barrier and/or vapor barrier, are usually integrated in the layered construction of typical electroluminescent elements. Corresponding layers may also be integrated in the construction of polychromatic electroluminescent elements according to the present invention. However, these may largely be dispensed with if microencapsulated electroluminophores 4 are used. The microencapsulation is typically oxidic or nitridic, but an organic microencapsulation or a diamond-like carbon encapsulation is also conceivable.

Figure 1a shows an especially simple construction of a polychromatic electroluminescent element according to the present invention. The first electroluminescent film 1 has a (largely transparent or reflecting opaque, depending on the application) electrode layer 21 and a largely transparent back electrode layer 31. Together with the first luminescent layer 11 positioned between them, these form a first electroluminescent capacitor. The second luminescent layer 12 belonging to the second

**This Page Blank (uspro)**

electroluminescent film is provided with only one largely transparent electrode layer 22. In the completely assembled polychromatic electroluminescent element, the electrode layer 22 and the second luminescent layer 12 form a second electroluminescent capacitor together with the back electrode layer 31 of the first electroluminescent film 1. Because the electroluminophores 4 of the first luminescent layer 11 and the second luminescent layer 12 each luminesce in a different color, different light colors of the polychromatic electroluminescent element may be achieved through additive color mixing, by setting the electrical alternating fields between the two electroluminescent capacitors differently. Of course, this is only possible if at least the second luminescent layer 12 is largely transparent. Even white light may thus be produced with suitably selected electroluminophores 4, such as blue electroluminophores 4 in the first luminescent layer 11 and orange-colored electroluminophores 4 in the second luminescent layer 12 and suitable electrical activation.

The polychromatic electroluminescent element illustrated in Figure 1b is largely constructed like the polychromatic electroluminescent element in Figure 1a. However, to achieve better controllability, the second luminescent layer 12 has its own back electrode layer 32 here. Back electrode layer 32 and electrode layer 22 may also be exchanged in this case. The construction illustrated in Figure 1b makes it necessary to provide an insulating layer 42 at the bonding face between first electroluminescent film 1 and second electroluminescent film 2 in order to avoid short-circuits.

A polychromatic electroluminescent element having three electroluminescent films 1, 2, 3 is illustrated in each of Figures 1c and 1d. Each of the luminescent layers 11, 12, 13 emits in a different color because of different electroluminophores 4, so that the multiplicity of colors

**This Page Blank (uspto)**

achievable using additive color mixing is much greater. If red, blue, and green (RGB) electroluminophores 4 are used, the presentation of the entire color spectrum is possible in principle. However, red electroluminophores are typically not used, since they contain cadmium, which is toxic. A red light color may also be achieved using color-converting or color-filtering substances, however. The at least four electrodes required for a "three color" construction may be distributed differently before the joining. In addition to electrode layer 21 and back electrode layer 31 on the first electroluminescent film 1, an electrode layer 22 and a back electrode layer 32 may also be positioned on the second electroluminescent film 2, as shown in Figure 1c, while a separate electrode layer is not absolutely necessary for the third, middle electroluminescent film 3. The second electroluminescent film 2 may also not have a back electrode layer 32, for this purpose the third electroluminescent film 3 is provided with its own electrode layer 23.

The construction illustrated in Figure 1e and Figure 1f essentially corresponds to the construction shown in Figure 1a. However, the first electroluminescent film 1 (Figure 1e) or the second electroluminescent film 2 (Figure 1f) has a stable film substrate 51, 52 here. The corresponding electrode layer 21, 22, preferably made of ITO (indium-tin oxide) may be sputtered or vapor deposited on the film substrate 51, 52 using vacuum technology, for example. The transparent or at least partially transparent film substrate 51, 52 comprises a polymer or copolymer film, made of polycarbonate (PC) or polyalkylene terephthalates or polyamide (PA) or polyacrylate or polymethacrylate or polymethyl methacrylate (PMMA) or polyurethane (PUR) or polyoxymethylene (POM) or ABS-graft polymers or polyolefins, such as polyethylene (PE) or polypropylene (PP), or polystyrene (PS) or polyvinyl chloride (PVC) or polyimide (PI) or polyether imides (PEI) or polyether or

**This Page Blank (uspto)**

polyether ketones (PEK) or polyvinyl fluoride (PVF) or polyvinylidene fluoride (PVdF) or similar films which have high transparency in the optically visible wavelength range. Films made of polyethylene terephthalate (PET) are especially suitable. Since the film substrate 51, 52 functions as a stabilizing carrier, the corresponding luminescent layer 11, 12 no longer absolutely requires special intrinsic stability, so that the luminescent layer 11, 12 may be implemented not only as a (cast) film, but rather instead also as a screenprinted layer or the like.

Figure 1g and Figure 1h show a construction corresponding to Figure 1c and/or Figure 1d, the first electroluminescent film 1 having a film substrate 51 of the type described above.

The construction of the polychromatic electroluminescent element illustrated in Figure 1i largely corresponds to the construction illustrated in Figure 1b, both electroluminescent films 1, 2 having a film substrate 51, 52 of the type described above. Thus, two almost identical electroluminescent films 1, 2, which only differ through the color of their electroluminophores 4, may be used. By adding a third electroluminescent film (not shown) which only differs through its light color, an RGB arrangement for representing the entire color spectrum is also possible.

Figure 1j and Figure 1k show a construction corresponding to Figure 1g and/or Figure 1h, in addition to the first electroluminescent film 1, the second electroluminescent film 2 also having a film substrate 52 of the type described above.

In addition to the variations illustrated in Figure 1a through Figure 1k, "mixed forms" produced therefrom and

**This Page Blank (uspto)**

further arrangements according to the present invention are also possible.

The "back" electrode layers 21, 22, 23, 31, 32, 33 are typically contacted around the entire edge of the electrode area using annular conductors led around the electrode area. This has advantage that in spite of the not insignificant resistance per unit area of the thin electrode layers 21, 22, 23, 31, 32, 33, potential differences which are too great are not implemented over the area and therefore the homogeneous luminescent effect is supported. Furthermore, individual electroluminescent films 1, 2, 3, but also the entire polychromatic electroluminescent element, may be divided into segments, individual segments each being electrically contacted separately and also being able to be activated separately, in order to be used as a segmented display for representing different patterns and/or graphics or even characters.

A somewhat more detailed illustration of a "three color" (RGB) emitting polychromatic electroluminescent element is shown in Figure 2. In this case as well, the left partial illustration shows the electroluminescent films 1, 2, 3 before being joined, and the right partial illustration shows the layered construction of the polychromatic electroluminescent element resulting afterward.

A contact adhesive layer 7 is provided on the first, lowermost electroluminescent film 1 for simplified application to a substrate. Otherwise, the individual electroluminescent films 1, 2, 3 are as identical as possible and essentially constructed corresponding to Figure 1i (the luminescent layers 11, 12, 13 merely emit in a different color in each case, obviously, expediently red, blue, and green):

**This Page Blank (uspto)**

A polyester film 51, 52, 53 used as a film substrate 51, 52, 53, for example, of a thickness between 100  $\mu\text{m}$  and 250  $\mu\text{m}$ , preferably between 125  $\mu\text{m}$  and 175  $\mu\text{m}$ , is provided with an electrically conductive and largely transparent coating in the form of an indium-tin oxide (ITO) coating 21, 22, 23 used as an electrode layer 21, 22, 23. This electrode layer 21, 22, 23 may be textured conventionally using cutting-scratching plotters or using etching or through the effect of lasers according to the desired implementation of multiple segments and the corresponding terminal wiring or may be used with its surface whole. It is also possible to partially ablate the electrode layer 21, 22, 23 internally in the finished or semifinished electroluminescent film 1, 2, 3 or even ~~in the finished or~~ partially finished polychromatic electroluminescent element using a laser beam and thus texture and/or contour it.

Furthermore, busbars, i.e., more conductive wiring elements (not shown) may be produced using screen printing and/or using silver conductive pastes and/or copper conductive pastes and/or carbon conductive pastes.

In the production, the particular luminescent layer 11, 12, 13 is preferably produced using screen printing in the desired graphic implementation in the form of electroluminophores 4 and/or EL pigments 4 dispersed in a transparent polymer matrix 6. Depending on the desired emission color, suitable EL pigments 4 or EL pigment mixtures 4 are used and/or suitable color-converting and/or color-filtering substances are admixed with the binder of the matrix 6. In principle, color-converting and/or color-filtering effects may also be caused by a corresponding layer 61, 62, 63 being applied and/or a corresponding film being laminated on the top of the substrate 51, 52, 53 using further printing.

**This Page Blank (uspto)**

It may be expedient to apply a dielectric layer 41, 42, 43 to the luminescent layer 11, 12, 13. If a screen printing process is used, a second dielectric layer 81, 82, 83 is advantageously applied, through which small flaws and/or micro air inclusions are covered and the insulation characteristic is improved.

In contrast to typical EL film structures, according to the present invention, transparent polymer dielectric layers 41, 42, 43, 81, 82, 83 are preferably used, the lowest possible layer thickness having to be ensured, since typically additives which increase the relative dielectric constant may not be added, because additives of this type, which comprise fine barium titanate pigments, for example, would influence the transparency very strongly and would typically cause an undesired opacity with stronger reflection.

Preferably, the (largely) transparent back electrode 31, 32, 33 is produced using screen printing in the form of an intrinsically conductive polymer layer and/or a layer having metal oxides, such as indium-tin oxide (ITO) or antimony-tin oxide (ATO). Through application using screen printing, the back electrode 31, 32, 33 may be designed largely freely in regard to graphics and functions. Since electrically conductive screen printing pastes typically do not have good area conductivity, busbars (not shown) are printed on the edges and/or around the circumference using pastes having good electrical conductivity, especially with larger areas. These busbars may also be used for leading out the electrical terminals.

In principle, however, the back electrode 31, 32, 33 may also be produced over the entire area using doctor blades, roll coating, curtain casting, spraying, and similar methods.

**This Page Blank (uspto)**

As the last individual step in the production of the individual electroluminescent films 1, 2, 3, adhesion promoting layers 72, 73 may be applied, which cause and/or improve the bond of the individual electroluminescent films 1, 2, 3. Primarily, a transparent polymer bonding layer is understood as an adhesion promoting layer 71, 72, 73. This may cause a bond in the cold adhesive method after removal of a protective film and application using printing. However, hot adhesive coatings may also be used, which cause an adhesive bond under temperature and pressure. Since a bond which is as optically transparent as possible is required, the adhesion promoting layers 71, 72, 73 must be transparent and the bond must be implemented without air inclusions. Furthermore, unevenness of the preceding layers is also to be compensated for by the adhesion promoting layer 72, 73.

In general, the bonding of the electroluminescent films 1, 2, 3 may be performed flatly or in elements using cold lamination and/or hot lamination. Alternately, the bonding may also only be performed punctually or in strips, since the three electroluminescent films 1, 2, 3 are possibly fixed together without this during installation in a corresponding application.

If double-sided light emission is desired, the dielectric layers 41, 81 and the back electrode 31 of the lowermost electroluminescent film must be implemented as largely transparent, while for single-sided light emission on top, one or more of the layers cited is preferably implemented as opaque and/or reflective, and the back electrode 31 may additionally assume diverse wiring functions.

According to the present invention, the arrangement blue-red-green, green being positioned on the light exit side, has been ascertained to be very efficient for generating the largest possible multiplicity of colors and

**This Page Blank (uspto)**

particularly for generating the color white. Other arrangements and/or another sequence may also be used depending on the use of the EL pigments 4 and/or the combination of EL pigments 4 and the use of corresponding color-converting and/or color-filtering substances.

As already noted above, in principle, instead of the use of a largely dimensionally stable film substrate 51, 52, 53, the luminescent layer 11, 12, 13 may also be formed by an EL cast film. EL cast films are understood as thin films produced from solution using a casting method, in which the electroluminescent pigments are embedded at a diameter of less than 30  $\mu\text{m}$ , preferably less than 20  $\mu\text{m}$ , especially preferably less than 15  $\mu\text{m}$ . EL cast films of this type are relatively dimensionally stable and may preferably be coated with electrode layers 21, 22, 23 in roll-to-roll methods using vacuum technology or screen printing or doctor blades or roll coating or spraying or curtain casting. With a corresponding embodiment of the luminescent layers 11, 12, 13, the application of the dielectric layers 41, 42, 43, 81, 82, 83 may be dispensed with and therefore very good transparency and electrical disruptive strength and outstanding surface planarity may be achieved. The disadvantage of this method is the implementation of the luminescent layers 11, 12, 13 over the entire area and thus the higher costs due to an increased proportion of EL pigments 4.

Figure 3 shows an alternative embodiment, the reference numbers of layers corresponding to Figure 2 being maintained. As shown in Figure 3 and already noted above, instead of using a largely dimensionally stable film substrate 53, the middle electroluminescent film 3 may be made using an EL cast film as the luminescent layer 13. The other electroluminescent films 1, 2 may also be designed in principle without film substrate 51, 52 in the event of appropriate production of the luminescent layers 11, 12.

**This Page Blank (uspto)**

An advantage of the arrangement shown in Figure 3 is the savings of one or two electrode layers. In this illustration, a mirror-image construction of the upper and lower electroluminescent films 1, 2 is shown, and the middle electroluminescent film 3 is implemented having a cast luminescent layer 13 and two dielectric layers 43, 83. These two dielectric layers 43, 83 may alternately also be positioned on both sides of the luminescent layer 13 and may additionally be used for the adhesion promotion and may contain color-converting and/or color-filtering additives. The adhesion promoting layers 71, 72 of the upper and lower electroluminescent films 1, 2 may be dispensed with, and the back electrodes 31, 32 of the upper and lower electroluminescent films 1, 2 form the electrodes for the middle EL capacitor.

The construction shown in Figure 4 of an electroluminescent film 1 has been shown to be an especially favorable compromise of reliable function and good producibility. Three (possibly also two) similar electroluminescent films of the type shown, which only differ in their light color, are combined with one another in this case to form a polychromatic electroluminescent element according to the present invention. The electroluminescent film 1 essentially comprises a film substrate 51 made of PET or another plastic, on which the electrode layer 21 is vapor deposited or sputtered, a luminescent layer 11 and a transparent back electrode 31, applied thereto through screen printing, which is laminated in using the insulating film 91. Substrates which do not comprise a plastic film, but rather a ceramic material, such as glass, are also conceivable in principle.

**This Page Blank (uspto)**

PATENT CLAIMS

1. A polychromatic electroluminescent element, having
  - a first electroluminescent film (1), which has a first electrode layer (21), a first luminescent layer (11) having disperse electroluminophores (4), and a back electrode layer (31), and
  - a second electroluminescent film (2), which has a second electrode layer (22) and a second luminescent film (12) having disperse electroluminophores (4),  
wherein the second electroluminescent film (2) is implemented to emit light of a different color than the first electroluminescent film (1).
2. The polychromatic electroluminescent film according to Claim 1, wherein the second electroluminescent film (2) also has a back electrode layer (32).
3. The polychromatic electroluminescent element according to one of the preceding claims, also having a third electroluminescent film (3), which has a third luminescent layer (13) having disperse electroluminophores (4).
4. The polychromatic electroluminescent element according to Claim 3, wherein the third electroluminescent film (3) also has an electrode layer (23).
5. The polychromatic electroluminescent element according to Claim 4, wherein the third electroluminescent film also has a back electrode layer (33).
6. The polychromatic electroluminescent element according to one of the preceding claims, wherein at least one electroluminescent film (1, 2, 3) has a film substrate

**This Page Blank (uspto)**

(51, 52, 53), which is provided with one of the electrode layers (21, 22, 23).

7. The polychromatic electroluminescent element according to Claim 6, wherein at least two of the electroluminescent films (1, 2, 3) each have a film substrate (51, 52, 53), each of which is provided with one of the electrode layers (21, 22, 23).
8. The polychromatic electroluminescent element according to Claim 7 having three electroluminescent films (1, 2, 3), all three electroluminescent films (1, 2, 3) each having a film substrate (51, 52, 53), each of which is provided with one of the electrode layers (21, 22, 23).
9. The polychromatic electroluminescent element according to one of Claims 6 through 8, wherein at least one film substrate (51, 52, 53) is made of polyethylene terephthalate.
10. The polychromatic electroluminescent element according to one of Claims 6 through 9, wherein at least one of the electrode layers (21, 22, 23) is vapor deposited or sputtered on the associated film substrate (51, 52, 53) using vacuum technology.
11. The polychromatic electroluminescent element according to one of the preceding claims, wherein at least one of the luminescent layers (11, 12, 13) is implemented as a cast film.
12. The polychromatic electroluminescent element according to one of the preceding claims, wherein the disperse electroluminophores (4) are of inorganic nature.

**This Page Blank (uspto)**

13. The polychromatic electroluminescent element according to Claim 12, wherein the disperse electroluminophores (4) are microencapsulated.
14. The polychromatic electroluminescent element according to one of the preceding claims, which contains at least one additional dielectric layer (41, 42, 43).
15. The polychromatic electroluminescent element according to one of the preceding claims, wherein the electroluminescent films (1, 2, 3) are bonded to one another by at least one adhesive layer (71, 72, 73).
16. The polychromatic electroluminescent element according to one of the preceding claims, wherein at least one layer of the polychromatic electroluminescent element contains at least one color-converting and/or color-filtering organic and/or inorganic additive.
17. The polychromatic electroluminescent element according to one of the preceding claims, wherein each back electrode layer (31, 32, 33) is implemented as largely transparent.
18. The polychromatic electroluminescent element according to one of Claims 1 through 16, wherein the first electrode layer (21) or the back electrode layer (31) of the first electroluminescent film (1) is implemented as opaquely reflective.
19. The polychromatic electroluminescent element according to one of the preceding claims, wherein at least one of the electrode layers (21, 22, 23) and/or back electrode layers (31, 32, 33) is at least partially textured or contoured using a laser beam.

**This Page Blank (uspto)**

20. The polychromatic electroluminescent element according to one of the preceding claims, wherein each electroluminescent film (1, 2, 3) may be electrically activated separately.
21. The polychromatic electroluminescent element according to Claim 19 having 3 electroluminescent films (1, 2, 3), wherein one of the electroluminescent films (1, 2, 3) is implemented to emit red light, one of the electroluminescent films (1, 2, 3) is implemented to emit green light, and one of the electroluminescent films (1, 2, 3) is implemented to emit blue light.
22. The polychromatic electroluminescent element according to one of the preceding claims, wherein at least one of the electroluminescent films (1, 2, 3) is subdivided into segments which may be electrically activated independently of one another.
23. A method for producing a polychromatic electroluminescent element, wherein at least two electroluminescent films (1, 2, 3) are joined.
24. The method for producing a polychromatic electroluminescent element according to Claim 23, wherein three electroluminescent films (1, 2, 3) are joined.
25. The method according to one of Claims 23 through 24, wherein the joining is performed using cold lamination and/or hot lamination and/or vacuum lamination.
26. The method according to one of Claims 23 through 25, wherein at least one layer of the polychromatic electroluminescent element is processed using a laser beam after the joining.

**This Page Blank (uspto)**